ভূতত্ত্ব

প্রথম ভাগ

মূল সূত্র

কটক কলেজের বিজ্ঞান শাস্ত্রের অধ্যাপক

শ্রীগিরিশ চন্দ্র বসু এম, এ, কর্ত্তৃক

প্রণীত ও প্রকাশিত

Calcutta :

PRINTED BY J. N. BANERJEE & SON, BANERJEE PRESS

119, OLD BOYTAKHANA BAZAR ROAD

সূচিপত্র।

ভূমিকা।

ভূতত্ত্ব বিজ্ঞান নিতান্ত আধুনিক শাস্ত্র। প্রকৃত পক্ষে সার চার্লস লায়েল সাহেবই এই নবজাত বিজ্ঞানের সৃষ্টিকর্ত্তা। তিনি ইংলণ্ডবাসী;—সম্প্রতি পরলোক গমন করিয়াছেন। ১৭৮৮ অব্দে হটন সাহেবের প্রাদুর্ভাব হয়, তিনি ইহার অনেক উন্নতি সাধন করেন। ১৭৮০ অব্দে লণ্ডন নগরে ভূতত্ত্ব বিজ্ঞানের এক সভা প্রতিষ্ঠিত হয়। ১৭৮০ অব্দে বার্নার (Werner) সাহেব জর্ম্মাণিতে ভূতত্ত্বের বিশেষ আলোচনা করেন। সপ্তদশ শতাব্দীতে লাইবনিটজ, হুক, রে, প্রভৃতি সাহেব এবিষয়ের কতক আলোচনা করেন। অতি প্রাচীনকালে ভূতত্ত্ব বিষয়ের অতি সামান্যই চর্চ্চা হইয়াছিল। লায়েল সাহেব বলেন বেদ, মনু প্রভৃতি হিন্দু ধর্ম্মশাস্ত্রে ও ভূতত্ত্বের কিছু কিছু উল্লেখ দেখিতে পাওয়া যায়। প্রাচীন মিসরবাসীগণও ইহা কিছু কিছু জ্ঞাত ছিলেন। এরূপ কথিত আছে, পাইথাগোরাস ও স্ত্রাবো ইহার কতকটা আলোচনা করেন। যাহা হউক প্রাচীনকালে ভূতত্ত্বের বিজ্ঞান ছিল না। এই নব বিজ্ঞানের বয়ক্রম ৫০।৬০ বৎসর মাত্র। বলা বাহুল্য, বাঙ্গালাভাষায় ভূতত্ত্ব বিদ্যার রীতিমত কোন পুস্তকই নাই। এই গ্রন্থে ভূতত্ত্বের স্থূল স্থূল কথা সংক্ষেপে লিখিত হইল; বাঙ্গলী পাঠকের যদি পড়িতে প্রবৃত্তি জন্মে, তাহা হইলে শ্রম সার্থক বিবেচনা করিব।

কলিকাতা
৭ই পৌষ ১২৮৮ সাল

শ্রীগিরীশ চন্দ্র বসু।

ভূতত্ত্ব।

প্রথম ভাগ।

মূলসূত্র।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

ভূতত্ত্ব কাহাকে বলে? আমরা যে ভূমির উপর দাঁড়াইয়া আছি তাহা কি কি পদার্থ দ্বারা নির্ম্মিত, সেই সকল পদার্থ কি সেই স্থানে চিরকালই ছিল, না অন্য কোন স্থান হইতে আনীত হইয়াছে, যদি অন্য কোন স্থান হইতে আনীত হইয়া থাকে, তবে কোন্ সময়ে ও কি প্রকারে তথায় আনীত হইল,—ইত্যাদি বিষয়ের আলোচনা ভূতত্ত্বের অন্তর্গত। ইহাতে এমত বোধ হইতে পারে, ধূলা বালি ইত্যাদি ধাতুজ ও খনিজ পদার্থই ভূতত্ত্বের বিষয়ীভূত, জীব পদার্থের (প্রাণী ও উদ্ভিদ্) সহিত ইহার কোন সংস্রব নাই; কিন্তু বস্তুত তাহা নহে, জীবতত্ত্বই ভূতত্ত্বের প্রধান আশ্রয়।

ভূতত্ত্ববেত্তারা প্রমাণ করিয়াছেন যে, পৃথিবীর বাহ্যাকার পরিবর্ত্তনশীল। আমরা এক্ষণে যাহা দেখিতেছি পূর্ব্বে তাহা ছিল না এবং পরেও থাকিবে না; অদ্য যেখানে হিমালয় দেখিতেছি, পৃথিবীর আদি হইতে ইহার উৎপত্তি হয় নাই এবং চিরকালও ইহা থাকিবে না; ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ও ভিন্ন ভিন্ন অবস্থায় পৃথিবী ক্রমশ আধুনিক বেশ ধারণ করিয়াছে।

পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ প্রায় ৪০০০ মাইল; মৃত্তিকা খনন করিয়া মনুষ্য আজি পর্য্যন্ত ২৫০০ ফিটের অধিক যাইতে ও পর্য্যবেক্ষণ করিতে সমর্থ হয় নাই; অতএব যদি কেবল খননের উপর নির্ভর করিতে হইত, তাহা হইলে আমাদের ভূগর্ভ পর্য্যবেক্ষণ নিতান্ত সামান্য অথবা অসম্ভব হইত বলিলেও অত্যুক্তি হয় না। কিন্তু খনন ব্যতীত ভূগর্ভ পর্য্যবেক্ষণের অপর সহজ ও সুলভ উপায় আছে; সেই উপায়ে ভূগর্ভস্থ প্রস্তরাদি ভূ-পৃষ্ঠেআনীত হয় এবং ভূ-পৃষ্ঠে থাকিয়া আমরা ভূগর্ভের ৬। ৭ মাইলের নিম্নের বিবরণ সংগ্রহ করিতে পারি। ৬। ৭ কি ৮ মাইল, পৃথিবীর ব্যাসার্দ্ধ ৪০০০ মাইলের

পক্ষে অতি সামান্য, তথাচ এই সামান্য দূর আমাদের পক্ষে যথেষ্ট। পৃথিবীর ৬। ৭ মাইল অর্থাৎ যতদূর আমাদের পরীক্ষার অধীন, তাহার নাম **ভুবাস** (Earth's crust) ; বৃহৎ বৃক্ষের গুঁড়ি সম্বন্ধে ছাল (বাস) যে প্রকার, পৃথিবীর দেহ সম্বন্ধে **ভুবাস** ও (Earth's crust) সেই প্রকার।

শিলা বা প্রস্তর বলিলে আমরা সাধারণত বুঝি একরূপ কঠিন দৃঢ় পদার্থ, যাহা সহজে ভাঙ্গা যায় না, যেমন মার্বেল প্রস্তর, মুগনী পাথর ইত্যাদি ; এমন কি প্রবাদই আছে "শক্ত যেন পাথর"। কিন্তু ভূতত্ত্বজ্ঞেরা শিলাশব্দ বিস্তৃত অর্থে ব্যবহার করেন ; বালি, পঙ্কিল মৃত্তিকা, এঁটেল মাটি, ঘুটীং, মার্বেল ইত্যাদি সমস্তই তাঁহাদের অর্থে **শিলা**।

পৃথিবীস্থ শিলা সকল ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে ও ভিন্ন ভিন্ন অবস্থায় উৎপন্ন হইয়াছে। এবং উৎপত্তি অনুসারে তাহারা চারি শ্রেণী বিভক্ত ; প্রথম শ্রেণী **অব্জ** অর্থাৎ জল হইতে উৎপন্ন ও দ্বিতীয় শ্রেণী **আগ্নেয় ;** বুঝিবার পক্ষে এই দুই শ্রেণী-

ভুক্ত প্রস্তর সহজ, এজন্য ইহাদের আলোচনা প্রথমেই বিধেয়।

অব্জ-প্রস্তর—নদী, উৎপত্তি স্থান হইতে যত সমুদ্রাভিমুখে গমন করে, তাহার বেগ ক্রমশ তত হ্রাস হইয়া আইসে এবং অবশেষে সমুদ্রে মিলিত হইবার সময় ইহা সম্পূর্ণরূপে বেগশূন্য হয়।

নদীর যত অধিক বেগ, তত অধিক কর্দ্দমাদি বাহ্যিক পদার্থ ইহাতে ভাসিয়া থাকিতে পারে; বেগ কমিলে সেই সকল পদার্থ ক্রমে থিতিয়া তলায় পড়িতে থাকে। মূলের দিকে নদীর ঢালু (slope) অধিক, এজন্য বেগও অধিক, কিন্তু নদী যত সমুদ্রের দিকে যাইতে থাকে ইহার ঢাল ক্রমে তত অল্প হয়, এবং সেই অনুসারে স্রোতবেগও কম হয়। স্রোত কমিলে ভাসমান কর্দ্দমাদি থিতিয়া তলায় পড়িতে থাকে, এই প্রকারে নদী মুখে '**ব**' আকার দ্বীপের উৎপত্তি ও বৃদ্ধি হয়। নদীমুখে পতিত হওয়ার পর অবশিষ্ট ভাসমান পদার্থ সকল উপর্য্যুপরি সমুদ্রগর্ভে নিক্ষিপ্ত হয়। বর্ষাকালের কর্দ্দমময় নদীর জল আনিয়া একটি পাত্রে রাখিলে

জল থিতিয়া যেমন পলি (কর্দ্দম) পাত্রের তলায় জমে ; সেই প্রকারে কর্দ্দমাদি মিশ্রিত বেগবান্ নদীর জল সমুদ্রে আসিয়া বেগশূন্য হয় ও কর্দ্দমাদি সমুদ্রের তলায় পতিত হয়। নদী এই প্রকারে উচ্চদেশ ধৌত করিয়া কর্দ্দমাদি আনয়ন করত নিম্নদেশ ও সমুদ্রগর্ভে যে সকল শিলার উৎপত্তি বিধান করে, তাহাদের নাম **অব্জশিলা**। অব্জশিলার অপর এক নাম **স্তরিতশিলা**। কেন না ইহা স্তরে স্তরে নিক্ষিপ্ত হইয়া প্রস্তুত হয়। বালি বা কর্দ্দমের সহিত প্রাণী ও উদ্ভিদের দেহাবশেষ ভাসিয়া আসিয়া স্তরান্তর্ভূত হয়। স্তরান্তর্ভূত প্রাণী ও উদ্ভিদকে ইংরাজিতে **ফসিল** কহে, এজন্য স্তরিত প্রস্তরের আর এক নাম **ফসিল-ধারী**।

পৃথিবীর পৃষ্ঠদেশ বা উপরিতলের অধিকাংশ অব্জ বা স্তরিত শিলা দ্বারা আবৃত। গঙ্গা, ব্রহ্ম-পুত্র, সিন্ধু, গোদাবরী, মহানদী ইত্যাদির মুহানার নিকট বা মুহানায় যে চড়া ও "ব" দ্বীপ সকল জন্মাইতেছে, সেই সকল চড়া ও "ব" দ্বীপ—নদী

কর্ত্তৃক আনীত কর্দ্দমাদি অব্জ শিলা দ্বারা নির্ম্মিত ; এবং সেই জন্য তাহারা স্তরিত। যে সকল জন্তু ও উদ্ভিদ্ নদীর মুখে জন্মে অথবা যে যে স্থানের জল নদীতে আইসে সেই সেই স্থানে জন্মে, তাহাদেরই ফসিল চড়া ও "ব" দ্বীপে পাওয়া যায়। যে সকল জীব সমুদ্রের লবণাক্ত জলে জন্মে তাহাদের প্রকৃতি অলবণাক্ত নদী ও হ্রদ জাত জীবের প্রকৃতি হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন। অতএব অলবণাক্ত জলের ফসিল ও লবণাক্ত জলের ফসিল অনায়াসে চেনা যায় ; পার্থিব বা ভূপৃষ্ঠস্থ জীবও ভিন্ন প্রকৃতিস্থ এবং সেই হেতু তাহাদের ফসিল ও ভিন্নরূপী। মহানদী ইত্যাদি নদীর মুখে ভূজাত (Terrestial), ও অলাবণিক (Fresh water) ফসিল ভিন্ন অন্য ফসিল (যেমন আর্ণব ফসিল Marine) পাইবার আশা করা যাইতে পারে না।

কি ভূগর্ভ, কি হিমাদ্রির উচ্চ শিখর, যে কোন স্থানে আমরা স্তরিত প্রস্তর দেখিতে পাই, সেই স্তরিত আকারই তাহাদের অব্জ প্রকৃতির পরিচয় দেয়। প্রস্তরস্তর সকল ফসিলধারী হইলে তাহাদের অব্জ প্রকৃতি আরও সমর্থিত হয়। হিমালয়

শিখরের স্থানে স্থানে ঝিনুক-(Shells) ফসিল-ধারী স্তর সকল দেখা যায়; আসামের খাসি পাহাড়েও (Khasi Hills) এই প্রকার ফসিলের অভাব নাই। শিমলার দক্ষিণে "শিবালিক" পাহাড় নামক উপ-হিমালয় পর্ব্বত স্তরে লুপ্ত (Extinct) হস্তী ও তদপেক্ষা বৃহৎ বৃহৎ জীবের ফসিল পাওয়া গিয়াছে। অতএব ইহারা সকলেই অজ। আমরা যে লুপ্ত পদ ব্যবহার করিলাম, তাহার অর্থ,—সে সকল জীব (উদ্ভিদ্ ও প্রাণী) পূর্ব্বে ছিল, এখন জীবিত অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায় না, কিন্তু তাহাদের ফসিল দেখিতে পাওয়া যায়। শিবালিক পাহাড়ে যে হস্তার ফসিল পাওয়া গিয়াছে, তাহা আধুনিক হস্তীর ফসিল নহে; সে প্রকার হস্তী এখন আর ভারতবর্ষে দেখা যায় না। কোন পুষ্করিণী কাটাইবার সময়, অথবা পুরাতন পুষ্করিণীর পুনঃ সংস্করণ অর্থাৎ ঝালানর সময় স্তরিত প্রস্তরের উদাহরণ পাওয়া যায়; হয়ত প্রথম এক স্তর বালুকা, দ্বিতীয় স্তর কৃষ্ণবর্ণ পঙ্কিল মৃত্তিকা, তৃতীয় স্তর লালবর্ণ এঁটেল, চতুর্থ স্তর পুনর্ব্বার বালুকা ইত্যাদি ইত্যাদি।

আগ্নেয়-শিলা—ভূগর্ভস্থ তাপের সাহায্যে যে সকল প্রস্তরের উৎপত্তি হইয়াছে ও হইতেছে, তাহাদের নাম **আগ্নেয়-শিলা।** তাহারা ফসিল-হীন, বিস্তরিত বা স্তর-হীন; কারণ তাহারা জল হইতে উৎপন্ন নহে। নেপেল্‌স দেশস্থিত বিসুবিয়স্‌ ও আইসলণ্ড দেশস্থিত হেক্‌লা পর্ব্বতের নৈবেদ্যাকার শৃঙ্গ হইতে উত্তপ্ত তরল লাবা (আগ্নেয় প্রস্তর বিশেষ) নিঃসরণ কাহারও অবিদিত নাই। উত্তপ্ত তরল লাবা ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হইয়া ক্রমে শীতল হয় ও নীরেট প্রস্তরাকার প্রাপ্ত হয়। ইহা আধুনিক আগ্নেয় প্রস্তরের উদাহরণ। যেখানে আগ্নেয়গিরি আছে, সেই খানেই ইহার উৎপত্তি হইতেছে। এই সকল আধুনিক আগ্নেয় প্রস্তর ব্যতীত স্থানে স্থানে পুরাতন আগ্নেয় প্রস্তরও দেখা যায়। যে প্রদেশে পুরাতন আগ্নেয় শিলার বিস্তার দেখা যায়, সে প্রদেশে প্রায় লুপ্ত আগ্নেয়গিরির নৈবেদ্যাকার শৃঙ্গাবশেষ দেখা যায়। ফরাশি দেশের দক্ষিণ পূর্ব্ব প্রদেশ এই প্রকার। বোম্বাই, বরোদা, উজ্জয়িনী প্রভৃতি ভারতবর্ষের দাক্ষিণাত্য প্রদেশে প্রচুর পরিমাণে পুরাতন

আগ্নেয় প্রস্তর দেখিতে পাওয়া যায়। কিন্তু আশ্চর্য্যের বিষয় পূর্ব্বমত শৃঙ্গ কোথাও দেখা যায় না। হিমালয়ের স্থানে স্থানেও আগ্নেয় প্রস্তর পাওয়া গিয়াছে, কিন্তু সেখানেও নৈবেদ্যের মত পর্ব্বত-শৃঙ্গ দৃষ্টিগোচর হয় নাই। আগ্নেয় প্রস্তরের আর এক চিহ্ন এই যে, তাহারা প্রায় পাংশু-স্তর-সমন্বিত। হিমালয় ও দাক্ষিণাত্যের আগ্নেয় স্তরে পাংশু-স্তর দেখা যায়। উড়িষ্যা, মধ্য-প্রদেশ, ছোটনাগপুর ইত্যাদি প্রদেশের ভূ-পৃষ্ঠ এক প্রকার পাটখিলে বর্ণ স্তর দ্বারা আচ্ছাদিত, যাহা জমাট বাঁধা কাঁকরের মত ও ছিদ্র বহুল। ইহার নাম লেটিরাইট বা মাকড়াপাথর (Laterite)। উড়িষ্যা ইত্যাদি দেশে ইষ্টকের পরিবর্ত্তে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহা অনায়াসে কাটা যায়, কিন্তু বায়ু সংযোগে ক্রমে কঠিন ও দুর্ভেদ্য হয়। অনেকের মতে ইহা আগ্নেয় শিলার রূপভেদ মাত্র।

গর্ভজ-শিলা*—গর্ভজ শিলা দ্বিবিধ। **গ্রানিট ও মিটামর্ফিত।**

গ্রানিট (Granite)—পর্ব্বতময় দেশে ইহা

* ভূগর্ভে উৎপন্ন এজন্য নাম গর্ভজ।

প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। ইহা ফসিল-হীন, বিস্তরিত এবং সম্পূর্ণ রূপ দানাদার বা স্ফটিকময় (Crystalline) এবং আগ্নেয় ও অব্জশ্রেণী হইতে সম্পূর্ণরূপে পৃথক্। নিম্নলিখিত প্রকারে গ্রানিটের উৎপত্তি অনুমিত হয়;—আগ্নেয় প্রস্তরের ন্যায় ইহা ভূগর্ভে উত্তাপ দ্বারা দ্রবীভূত হয়, কিন্তু আগ্নেয় প্রস্তর যেমন দ্রবাবস্থায় গিরিগহ্বর হইতে বহির্গত হইয়া ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয় এবং ক্রমে শীতল ও কঠিন হয়, গ্রানিট তদ্রূপ হয় না। গ্রানিট ভূগর্ভে দ্রবীভূত ও তৎপরে ভূগর্ভেই শনৈঃ শনৈঃ শীতল হইয়া অদ্রব এবং স্ফটিকময় (Crystalline) অবস্থায় পরিণত হয়। ভূগর্ভোৎপত্তি প্রযুক্ত এইরূপ শিলাকে অত্যন্ত ভার সহ্য করিতে হয়, এবং তাহারা যে অবস্থায় উৎপন্ন হয়, ভূ-পৃষ্ঠস্থ আগ্নেয় প্রস্তর তাহা হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্ অবস্থায় উৎপন্ন হয়। গ্রানিট, আগ্নেয় প্রস্তরের ন্যায় পাংশু-সংমিশ্রিত নহে এবং শেষোক্ত প্রস্তর অপেক্ষা অধিক দানাদার (Crystalline)। গ্রানিট প্রস্তরের প্রকৃতি বুঝাইবার জন্য দানাদার "(Crystalline") এই পদ প্রয়োগ করিতে হইয়াছে। ইহার

অর্থ এই স্থলে বুঝাইয়া দেওয়া আবশ্যক। এক পাত্রে জল রাখিয়া তাহাতে কতকটা লবণ যোগ কর, যোগ মাত্র লবণ জলে গলিয়া যায়। সেই লবণাক্ত জল, পাত্রের সহিত এক নিভৃত স্থানে রাখিয়া দাও। জল ক্রমে বাস্পাকারে উড়িয়া যায়, অবশেষে শুষ্ক লবণ পড়িয়া থাকে। এই লবণের আকার পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাইবে যে, ইহা ধূলার ন্যায় অবয়ব বিহীন নহে, ইহার প্রত্যেক কণা বা খণ্ড প্রত্যেক দিকে পরিমাণ বিশিষ্ট। প্রত্যেক কণা একটি দানা (Crystal)। যে সকল পদার্থ দ্রবাবস্থা হইতে অদ্রবাবস্থা প্রাপ্তির সময় আকার-বিহীন না হইয়া নির্দ্দিষ্ট আকার প্রাপ্ত হয়, তাহাদিগকে খনিজ-পদার্থ-বেত্তারা (Crystalline) দানাদার পদার্থ কহেন। গন্ধক গলাইয়া শীতল স্থলে রাখিলে এই প্রকার দানাদার আকার প্রাপ্ত হয়। পদার্থ বিশেষে বাস্পায় অবস্থা হইতেও দানাদার আকার প্রাপ্তি দেখা যায়,—যথা (Arsenic) সেঁকো। অতএব দানা-বহুল গ্রানিটে বিগত তরলাবস্থার পরিচয় পাওয়া যায়। ভারত-

বর্ষে কেবল স্থানে স্থানে মাত্র ইহা দেখা যায়। ইহার বিস্তার বড় অধিক নহে।

মিটামরফিত শিলা—নিস্ * নামক শিলা ইহার আদর্শ উদাহরণ। দাক্ষিণাত্যের অধিকাংশ নিস্ শিলা দ্বারা আচ্ছাদিত। নিস্ ব্যতীত মর্ম্মর প্রস্তর, স্লেট প্রস্তর, মুগ্নী পাথর ইত্যাদি অনেকানেক প্রস্তর এই শ্রেণীর অন্তর্গত। মিটামরফিত প্রস্তর দানাদার, ফসিল-বিহীন এবং বিস্তরিত। ভূতত্ত্ব-বেত্তেরা বিবেচনা করেন যে, স্তরিত প্রস্তর ভূগর্ভে পরিবর্ত্তিত হইয়া মিটামরফিত প্রস্তরে পরিণত হয়। এই জন্য ইহার নাম মিটামর্ফিত বা পরিবর্ত্তিত প্রস্তর। চাপ (Superincumbent pressure), তাপ ও উষ্ণজল ইত্যাদির সাহায্যে স্তর-চিহ্ন ও ফসিল ধ্বংস হইয়া স্তরিত প্রস্তর মিটামর্ফিত ও দানাদার হয়। স্থানে স্থানে খড়ি পাথরের স্তর এই প্রকারে কতক পরিমাণে মর্ম্মর প্রস্তরে পরিবর্ত্তিত হইতে দেখা যায়। কোন কোন মিটামরফিত প্রস্তরে স্তরচিহ্ন সম্পূর্ণরূপে লোপ পায়

---

* নিস্শিলা দেখিতে কতকটা গ্রানিটের মত। এমন কি অনেক সময়ে প্রভেদ করা দুরূহ।

না এবং তাহারা যে স্তরিত প্রস্তর হইতে উৎপন্ন তাহার পরিচয় দেয়। মিটামর্‌ফিত শিলা স্তরিত ও গ্রানিটের মাঝামাঝি অর্থাৎ সম্পূর্ণরূপে স্তরিত ও নয়, অথচ সম্পূর্ণরূপে গ্রানিটও নয়; ইহারা গ্রানিট ও স্তরিত প্রস্তরের মধ্যবর্ত্তী বা সংকর শিলা।

উৎপত্তি অনুসারে শিলা চারি শ্রেণী বিভক্ত হইল যথা **অব্জ, আগ্নেয়, গ্রানিট,** ও **মিটামর্‌ফিত।** আদিম ভূতত্ত্ববেত্তারা বিবেচনা করিতেন, গ্রানিট আদিম বা মৌলিক শিলা, এবং এই শিলা হইতেই অন্যান্য শিলার উৎপত্তি। আধুনিকেরা প্রমাণ করিয়াছেন, যে সকল প্রকার শিলাই সকল সময়ে হইতেছে,—পূর্ব্বে হইয়াছে এবং এক্ষণেও হইতেছে। অতএব আমরা দুই বিষয় লইয়া শিলার আলোচনা করিব; প্রথম, কি প্রকারে উৎপত্তি এবং দ্বিতীয়, কোন্ সময়ে উৎপত্তি।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

অস্তরশিলা।

উপকরণ।

যে যে কারণে জল হইতে স্তরিত-শিলার উৎপত্তি হওয়া অনুমান করা যায়, তাহা পূর্ব্বে প্রদর্শিত হইয়াছে। প্রথমে তাহাদের বাহ্যিক আকার, উপকরণ, সংস্থান, উৎপত্তিবিধান ও ফসিল ইত্যাদির বিষয় আলোচনা করা যাইবে; কোন্ সময়ে উৎপত্তি হইল, পরে বলিব।

উপকরণ—কি কি খনিজ পদার্থ সম্মিলিত হইয়া সচরাচর স্তরিত শিলার উৎপত্তি হয়, তাহাই প্রথমে আলোচ্য। প্রধানত তিন প্রকার খনিজ এই প্রকার প্রস্তরের উপাদান। এবং সেই জন্যই ইহারা প্রধানত তিন শ্রেণী বিভক্ত; **বালুময়, পল্বলময়,** এবং **চূর্ণময়।** বালুময় শিলাকে সচরাচর বেলে মাটী, পল্বলময় শিলাকে এঁটেল মাটী ও চূর্ণময় শিলাকে খড়ি মাটী কহে।

বেলেমাটী —বালিস্তর সচরাচর দেখিতে পাওয়া যায়। নির্ম্মল বালির রাসায়নিক উপাদান সিলিকন ও অক্সিজান অর্থাৎ ইহা (রাসায়নিক ভাষায়) দ্বি-অক্সিজানিত-সিলিকণ। দ্বি-অক্সি-জানিত-সিলিকন বিশিষ্ট অনেক খনিজ প্রাকৃতিক প্রভেদ অনুসারে ভিন্ন নামে অভিহিত হয়। যেমন ফ্লিণ্ট (কাচ)-ইহা সর্ব্বদা নদীর বালিতে পাওয়া যায়—কোয়ার্টজ বা স্বচ্ছ কাচমণী, চালসিদোনা ইত্যাদি। ইহাদের সকলেরই রাসায়নিক প্রকৃতি সমান, কিন্তু নির্ম্মলতার তারতম্য আছে; কোয়ার্টজ প্রায় নির্ম্মল; অপরাপর খনিজগুলি ন্যুনাধিক সমল। বেলেপাথর বালির সমষ্টি মাত্র, কেবল চূর্ণিত বা অক্সি-জানিত লৌহ, অথবা পাঁক দ্বারা জমাট বাঁধা। নির্ম্মল বালুকাময় শিলা অত্যন্ত কঠিন এবং হীরক ব্যতীত অন্য কোন বস্তু দ্বারা ইহাতে দাগ দেওয়া যায় না। ফ্লোরিনিত জলজান ব্যতীত অন্য কোন অম্ল দ্বারা ইহার অবস্থান্তর হয় না। কোন কোন বেলে পাথর, স্তবকে স্তবকে সাজান অভ্রযুক্ত। বেলে পাথরের বালিকণা মোটা মোটা হইলে তাহাকে **কাঁকুরে**

বলা যায়, কিন্তু কাঁকরগুলি যদি নুড়ির মত কিঞ্চিৎ বড় হয়, তাহা হইলে **নুড়ির জমাট** বলে এবং কোন্ বিশিষ্ট হইলে **খুয়া** বলা যায়।

পল্বল শিলা—চলিত ভাষায় আমরা ইহাকে কাদা বা পাঁক বলি। আমরা যাহাকে এঁটেল মাটি বলি, তাহাও এই শ্রেণীভুক্ত। এঁটেল মাটি ও কাদা, এবং বালি মাটির প্রভেদ এই যে প্রথমোক্ত দুই প্রকার মাটির আটা আছে, কুম্ভ-কারেরা এই মাটি লইয়া পাত্র প্রস্তুত করে, কিন্তু বেলেমাটির আটা নাই, এজন্য পাত্র প্রস্তুতার্থ ব্যবহার হয় না। ইহাতে দ্বি-অক্সি-জানিত সিল-কণ ও অক্সিজানিত আলুমিনা যুক্ত অবস্থায় থাকে। এতদ্ভিন্ন অক্সিজানিতলোহও ইহাতে প্রায় সর্ব্বদা দৃষ্ট হয়। চীনের বাসন নির্ম্মল পল্বল দ্বারা প্রস্তুত। "শেল" নামক এক প্রকার পল্বল শিলা পাওয়া যায় যাহা ভূগর্ভে চাপ পাইয়া কঠিন হয়। ইহার এক বিশেষ লক্ষণ এই যে, ইহা স্তবকে স্তবকে ছাড়িয়া যায়।

চূর্ণময় শিলা বা খড়িপাথর—চূর্ণময় শিলা, খড়ি ও ঘুটিং—চুণ ও অক্সিজানিতাঙ্গার

বাষ্প এতদুভয়ের রাসায়নিক সংযোগে প্রস্তুত। ঝিনুক, ঘুটীং ইত্যাদি পুড়াইয়া আমরা চুণ প্রস্তুত করি। দহন দ্বারা ঝিনুক ও ঘুটীং এর দ্বি-অক্সি-জানিতাঙ্গার বাষ্প চুণ হইতে বিশ্লিষ্ট হইয়া বাষ্পাকারে বহির্গত হইয়া যায়, চুন মাত্র অবশিষ্ট থাকে।

ভারত মহাসাগরে ও প্রশান্ত মহাসাগরে যে প্রবাল দ্বীপ মালা লক্ষিত হয়, তাহা প্রবাল কীটের চূর্ণময় দেহাবশেষ স্তূপ হইতে উৎপন্ন। **অণ্ডায়িত** (Oolite) নামক এক প্রকার চূর্ণময় শিলা আছে, যাহা ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণ্ডাকার খনিজ দ্বারা গঠিত; এক এক অণ্ডাকার অবয়বের মধ্যে এক বালিকণা অবলম্বন করিয়া তাহার চতুর্দ্দিকে চূর্ণময় স্তরের সন্নিবেশ হয়। নানা জাতি মর্ম্মর শিলা (মার্বেলপাথর) চূর্ণময় প্রস্তরের এক উৎকৃষ্ট দৃষ্টান্ত। চূর্ণময় শিলার এই পরীক্ষা, যে এক বিন্দু ক্লোরিনিত জলজান দিলে তৎক্ষণাৎ ফেণা হইতে থাকে। এই পরীক্ষার সাহায্যে সকল প্রকার চূর্ণময় শিলা বাছিয়া লওয়া যায়।

চূর্ণময়, বালুময় বা সিলিকিনিত, ও পললময়

বা পঙ্কিল এই তিন শ্রেণী শিলার আলোচনা করা গেল। এই ত্রিবিধ শিলা একা একা প্রায়ই থাকে না। ন্যূনাধিক পরিমাণে মিশ্রিত অবস্থায় দেখিতে পাওয়া যায়। যথা পলিমাটী, বালি ও কাদা মিশ্রিত; এঁটেল মাটী, বালি কাদা ও (কখন কখন) চুণ বিশিষ্ট। এঁটেল মাটী অধিক চূর্ণময় পদার্থ মিশ্রিত হইলে **মার্ল** (marl) নামে অভিহিত হয়। অঙ্গারায়িত-কালসিয়স্ (অঙ্গারিতচূর্ণ) ও অঙ্গারায়িত-ম্যাগনিসিয়ম্ এই উভয় পদার্থ নির্ম্মিত শিলার নাম ম্যাগশিয়ম্ চূর্ণময় শিলা বা **ডলোমায়িত।** ভারতবর্ষে দক্ষিণ মহারাষ্ট্র দেশ রেওয়া ও ভুটানে ডলোমায়িত স্তরবিশিষ্ট শিলা পাওয়া গিয়াছে। ভুটানে বক্সা দুর্গ এই স্তরের উপর নির্ম্মিত। **জিবসিন** শিলা গন্ধকায়িত-কালসিয়ম্ (চুণ)। জিবসিন ও **আলাবাস্তার** শিলার রাসায়নিক উপাদান সমান, কেবল জলের অংশ কম বেশী। আলাবাস্তার শিলা প্রায়ই শুভ্র এবং স্থপিত কার্য্যের জন্য ব্যবহার হইয়া থাকে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

স্তরীকরণ।

কলিকাতার দুর্গ মধ্যে ১৮৪০ খৃঃঅব্দে যে খাদ করা হয় তাহাতে নিম্নলিখিত শিলাস্তর সকল পাওয়া গিয়াছিল—উপরের দশ ফিট্ মাটির নিম্নে এক স্তর ১৫ ফিট্ গাঢ় নীলবর্ণ বাঘা এঁটেল, তন্নিম্নে এক স্তর ঘোর কৃষ্টবর্ণ উদ্ভিজ্জ-পদার্থ-বহুল বেলে মাটি। এই কৃষ্ণবর্ণ বেলেমাটিতে শুঁদ্‌রি গাছ ও এক প্রকার লতার ফসিল পাওয়া গিয়াছে কৃষ্ণবর্ণ স্তরের নিম্নে এক স্তর কাঁকর, অভ্র, ও নুড়ী মিশ্রিত এঁটেল ও বালিমাটি। এই প্রকার নানা বিধ শিলা নির্ম্মিত ১৪ | ১৫ স্তর পার হইয়া ৩৮২ ফিটের নিম্নে আর এক স্তর কৃষ্ণবর্ণ উদ্ভিজ্জ পদার্থ-বহুল এঁটেলমাটি ; এবং ৪০০ হইতে ৪৭১ ফিট্ পর্য্যন্ত কঙ্কর, নুড়ী, গ্রানিট্ খণ্ড, অভ্র অথবা স্বচ্ছ কাচ মণি ইত্যাদি খনিজ বিশিষ্ট সূক্ষ্ম (থিসে) বালুকাময় এক স্তর পাওয়া গিয়াছে। শেষোক্ত স্তর আধুনিক সমদ্রতীরবর্ত্তী বালুকাস্তরের ন্যায়।

উপরি উক্ত কোন কোন স্তরে ফসিল লক্ষিত হয়। ৩৬০ ফিট নিম্নে সন্নিবেশিত স্তরে কচ্ছপের ঢাল এবং অন্য এক স্তরে কুক্কুরের অংশ বিশেষ পাওয়া গিয়াছে।

এইরূপ ভিন্ন ভিন্ন শিলার উপর্য্যুপরি সন্নিবেশ দ্বারা স্তর প্রস্তুত হয়। অব্জ শিলা কি প্রকারে স্তরিত অবস্থা প্রাপ্ত হয় তাহা প্রথম পরিচ্ছেদে বর্ণিত হইয়াছে। উপর্য্যুপরি সন্নিবেশিত স্তর পরম্পরামধ্যে কোনটি বা কেবল একবিধ শিলা গঠিত কোনটি বা দুই বা ততোধিক শিলা নির্ম্মিত। উৎপত্তি প্রদেশ হইতে মৃত্তিকা ধুইয়া আনিয়া নদী সেই মৃত্তিকা মুহানায় (Estuary) ও সমুদ্র গর্ভে নিক্ষেপ করে এবং সেই মৃত্তিকা হইতে ক্রমে ক্রমে শিলাস্তর প্রস্তুত হয়। মহানদী বর্ষাকালে কর্দ্দমময়, ও অত্যন্ত স্রোত-স্বতী হয়, এবং শীত ও গ্রীষ্মকালে কঙ্কাল সার হইয়া ইহার জল স্ফটিকের ন্যায় পরিষ্কার ও প্রায় বেগ হীন হয়। সকল নদীই প্রায় এই প্রকার অতএব অনায়াসে বুঝা যাইতেছে, যে, বর্ষাকালে নদী-মুহানায় বহুল পরিমাণে কর্দ্দমাদি আসিয়া

পড়ে, এবং সেই সময়ে নদীর বেগ অধিক থাকা প্রযুক্ত নুড়ী, বড় কঙ্কর ইত্যাদি টানে পড়িয়া অনায়াসে মুহানায় আনীত হয় ও সমুদ্র গর্ভে নিক্ষিপ্ত হয়। কিন্তু বর্ষাবসানে টান হ্রাস হওয়ায় যে কর্দ্দমাদি আনীত হয় তাহা অত্যন্ত সূক্ষ্ম এবং নুড়ি কঙ্কর ইত্যাদি যদিও মুহানায় আসিতে পারে, সমুদ্র গর্ভে আসিতে পারে না। এই প্রকারে এক-স্থলে উৎপন্ন স্তর সকলও ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ও ভিন্ন ভিন্ন অবস্থায় উৎপত্তি হেতু ভিন্ন প্রকৃতি প্রাপ্ত হয়। আবার নদী, মুহানার নিকট বহু শাখান্বিত হয়; হয় ত এক শাখা এক প্রদেশ ধৌত করিয়া এক প্রকার লাল্‌চে (reddish) কর্দ্দমাক্ত জল আনিতেছে। অপর শাখা অপর দেশ ধৌত করিয়া আর এক প্রকার হল্‌দে জল আনিতেছে। অতএব এক মুহানারই এক দিকের স্তর লাল্‌চে বা পাঠ-খিলে বর্ণ ও অপর দিকের স্তর পীতবর্ণ হইল। সমুদ্রও এই প্রকারে, বেগে তটে প্রতিহত হইয়া তটস্থ শিলা ভগ্ন করিয়া সেই সকলকে নিজ গর্ভে নিক্ষেপ করে; যে সময়ে সমুদ্রের তুফান অধিক হয় সেই সময়ে তটস্থ শিলা অধিক পরিমাণে ও

অধিক দূরে আনীত হয়, অপর সময়ে তাহার বিপরীত। অভ্র (mica) কঙ্কর অপেক্ষা অধিক ক্ষণ জলে ভাসিয়া থাকিতে পারে, এজন্য বর্ষাকালের টানে অভ্র কঙ্কর অপেক্ষা অধিক দূরে গিয়া পড়ে কিন্তু টান কমিলে যথায় টানের সময় কঙ্কর পড়িয়াছে সেই নিকট স্থানে নিক্ষিপ্ত হয়; কঙ্কর ও অভ্র সেই হেতু ভিন্ন ভিন্ন সময়ে এক স্থানে উপরি উপরি ক্রমে সন্নিবেশিত হয়। এই প্রকারে উপরি উপরি সন্নিবেশিত ভিন্ন ভিন্ন স্তরের উৎপত্তি হইয়া থাকে।

আদিম সমতলতা। (horizontality) —ভূপৃষ্ঠে যেমন সমতল ও অসমতল—উঁচু ও নিচু স্থান—দেখা যায়, সমুদ্রগর্ভেও সেই প্রকার। কর্দ্দম, বালি, মাটি ইত্যাদি প্রথমে সমুদ্র গর্ভের যে খানে দহ (Depression) সেই খানেই জমে, কারণ সে খানে স্রোত কম। ক্রমে দহ সকল বুজিয়া গিয়া অসমতল গর্ভ সমতল হয়। তদনন্তর যে সকল স্তরের উৎপত্তি হয় তাহারা প্রায় সমতল। প্রায় সকল স্তরই আদৌ সমতলভাবে সংস্থিত হয় কিন্তু সমতল বিঘ্নকারী অনেক উপ-

দূর আছে যথা ঘোল বা জলের পাক, স্রোত পরিবর্ত্তন ইত্যাদি। স্রোতের ন্যূনাধিক্য বশত একই স্তর কোন স্থানে অধিক কোন স্থানে অল্প গভীর। কোন স্থানে হয় ত এক প্রকার স্তরের পরিবর্ত্তে অন্য প্রকার স্তরের উৎপত্তি হয়। সেই জন্যই নদীর মুহানার নিকট কোন স্তরের প্রথমাংশ নুড়ী কঙ্কর ইত্যাদি খনিজ বিশিষ্ট কিন্তু কিঞ্চিৎদূরে সেই এক স্তরই সূক্ষ্ম বালুকাও কর্দ্দময়।

তির্য্যক্ স্তর—কোন কোন স্তরপরম্পরায় এক নূতন দৃশ্য দেখা যায়,—মূল স্তর ব্যতীত প্রত্যেক স্তরে শত শত গৌণ স্তর লক্ষিত হয়। মূল স্তর সমতল কিন্তু গৌণ স্তর গুলি মূল স্তর সম্বন্ধে তির্য্যক্‌ভাবে স্থিত। সাগর গর্ভে যে সকল পাহাড় ও পর্ব্বত আছে যদিও তাহাদের খাড়া দিকে কর্দ্দম বালি ইত্যাদির স্তর জমিতে পারে না, তথাচ তাহাদের ঢালু দিকে (বিশেষ যদি তথায় স্রোত কম হয়) স্তর জমিলেও জমিতে পারে। যেহেতু—পাহাড়ের পৃষ্ঠ ঢালু, সেই জন্য স্তর গুলিও পাহাড়ের সহিত সমান্তরাল হইয়া ঢালু

হয়। এই প্রকারে কতকগুলি ঢালু স্তরের উৎপত্তি হয়। তৎপরে তাহাদের উপর সমতলিত স্তর নিক্ষিপ্ত হইলে পূর্ব্বোক্ত স্তরগুলি সমতল স্তর সম্বন্ধে এড়ো হইয়া থাকে; এই প্রকারে এড়ো স্তরের উৎপত্তি হয়। "সিবালিক" পাহাড়ে ও ত্রিচিনপল্লি-স্তরে এই প্রকার স্তর যথেষ্ট দৃষ্ট হয়।

ঊর্ম্মিচিহ্ন—সিলিকনিত (Siliceous) শিলায় (বেলে পাথর) সচরাচর ঊর্ম্মি বা ক্ষুদ্র তরঙ্গের চিহ্ন দেখিতে পাওয়া যায়। অল্প জল ও অল্প স্রোত প্রযুক্ত সকল নদীর বালিই এই প্রকার চিহ্ন বহুল।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

ফসিল বিন্যাস—লাবণিক ও অলাবণিক।

কি প্রকারে জৈবনিক পদার্থ বা ফসিল স্তরে স্তরে বিন্যস্ত থাকে, তাহা এই পরিচ্ছেদে আলোচনা করা যাইবে। অনেক সময়ে ফসিল ভিন্ন অন্য উপায় দ্বারা স্তর নির্দ্ধারণ করা দুরূহ। কোন স্তরে শামুক গুগ্‌লির ন্যায় এক পুটযুক্ত

(univalved) ঝিনুক জাতীয় (shell) ফসিল, কোন স্তরে প্রবাল (coral), কোন স্তরে দুইপুট যুক্ত (Bi-valved) ঝিনুক এবং কোন স্তরে বা উদ্ভিজ্জ ফসিল—এই প্রকার ভিন্ন ভিন্ন স্তর ভিন্ন ভিন্ন ফসিল বিশিষ্ট হয় এবং তদ্দ্বারা তাহাদের পৃথক্ স্তর-বত্তা প্রমাণ হয়। অনেক উচ্চ পাহাড় ও পর্ব্বতের শিখর দেশ ফসিলধারা স্তর বিশিষ্ট। আসামের মধ্যে খাসী পাহাড়ের উপরে ঝিনুক ফসিলধারী চূর্ণময় ও বেলে পাথরের দুই স্তর পাওয়া গিয়াছে। ১৮০০ ফিট্ উচ্চে হিমালয়ে এই প্রকার ঝিনুক লক্ষিত হয়, এমন কি কোন কোন পাহাড় আগাগোড়া ফসিলধারী স্তর বিশিষ্ট। যাঁহারা ভূবিদ্যা পাঠে নূতন ব্রতী, তাঁহারা বিবেচনা করিতে পারেন, কেমন করিয়া পাহাড় আগাগোড়া ফসিলধারী হইল এবং ঝিনুক ইত্যাদিই বা কি করিয়া পাহাড়ে উঠিল। কিঞ্চিৎ মনোনিবেশ করিলে তাঁহারা বুঝিতে পারিবেন যে,—যে সকল পাহাড় ও পর্ব্বত তিনি দেখিতেছেন তাহারা সকলেই পাহাড় বা পর্ব্বতাকার ধারণ করিবার পূর্ব্বে সাগর, হ্রদ, নদী বা অন্য কোন জলাশয় গর্ভের

অংশ ছিল ; এবং সেই সময়ে সমুদ্র, নদী ও হ্রদ-বাসী জীব জন্তু তদন্তর্গত হইয়াছিল।

ফসিল আলোচনা করিয়া আমরা স্তর সম্বন্ধে চারিটি বিষয় অবগত হই ; যথা (১) শনৈঃ শনৈঃ বা দ্রুত ভাবে উৎপত্তি, (২) গভীর জলে অথবা চটান স্থানে উৎপত্তি, (৩) সমুদ্র তটের নিকট অথবা দূরে, এবং (৪) লোনা (লবনাক্ত, সামুদ্রিক), কি মিঠা (freshwater), কি লোন্‌টা (Brackish অল্প লবণ) জলে জাত।

(১) দ্রুত বা শনৈঃ শনৈঃ স্তরোৎপত্তি—কোন কোন চূর্ণিত প্রস্তর কেবল মাত্র কোরেল (প্রবাল) দেহ নির্ম্মিত। ভারত সাগরে ও প্রশান্ত মহাসাগরে যে সকল দ্বীপমালা দেখা যায়, তাহাদের মধ্যে অধিকাংশ কোরেল-দেহ-স্তূপ হইতে জাত। প্রবাল কীটের উৎপত্তি ও বৃদ্ধির নিয়ম দেখিলে অনায়াসে বুঝা যায় যে প্রবাল শিলা-স্তর সকল জন্মিতে সহস্র সহস্র বৎসর লাগিয়াছে ;

কোন কোন শামুক ও শঙ্খ ফসিলের বহির্ভাগে ও অন্তর্ভাগে অন্য জাতীয় ফসিল দেখা যায়। প্রথমে দেখিতে হইবে, শামুক জন্মিয়া কত দিন

বাঁচিয়াছে, তৎপরে মৃত্যুর কত দিন পর পর্য্যন্ত তাহা অপরিবর্ত্তিত অবস্থায় ছিল, তদনন্তর অন্য জীব তাহা আশ্রয় করিয়া কত দিন জীবিত থাকিয়া পরিশেষে মরিয়াছে, এবং তাহার পর উভয়ে স্তরান্তর্গত হইয়াছে। এই সকল বিবেচনা করিয়া স্তরের উৎপত্তি কালের দীর্ঘতা কতক পরিমাণে অনুমান করা যাইতে পারে।

কাম্বে উপসাগরে (Gulf of Cambay) নর্ম্মদা নদী মুহানার সম্মুখে পেরিম নামক দ্বীপ, ফসিল হাড়ের জন্য বিখ্যাত। তাহার মধ্যে টরিডো (Toredo) জাতীয় গুগ্‌লির দ্বারা ফোপ্‌রা করা কাষ্ঠ ফসিল পাওয়া গিয়াছে। কাষ্ঠ ভাসিয়া নদী হইতে সমুদ্রে আসিয়া তদ্‌গর্ভস্থ হইয়াছে, তৎপরে কতকাল পরে গুগ্‌লি-কৃত ছিদ্র পরিপূর্ণ হইয়াছে অনুমান করিতে হইবে।

(২) (৩) গভীর জল অথবা চটান স্থলে, সমুদ্র তটের নিকট অথবা দূরে স্তরোৎপত্তি—ভিন্ন ভিন্ন জীবের ভিন্ন ভিন্ন প্রকৃতি ; কোন জীব গভীর জলে, কোন জীব অল্প জলে বাস করে ; কেহ সমুদ্রতট ভাল বাসে, কেহ

বা তাহা পরিত্যাগ করে। অতএব স্তরান্তর্গত জীবফসিল অবলোকনে আমরা স্তরসম্বন্ধে উপরি-উক্ত দ্বিতীয় ও তৃতীয় বিষয় স্থির করিতে পারি। আমরা জানি, প্রবালদ্বীপ নির্ম্মাণকারী জীবচয় গভীর জলে বা সাগরতটে জন্মাইতে পারে না, সুতরাং প্রবালস্তর দেখিবামাত্র আমরা তাহাদের সংস্থানের অবস্থা বুঝিতে পারি। অপরাপর সকল স্তর সম্বন্ধেই এই রূপ।

জৈবনিক স্তর—উপরে বর্ণিত হইয়াছে যে কোন কোন স্তর কেবল জীব পদার্থ হইতে উৎপন্ন, যথা প্রবাল স্তর; কিন্তু তদ্ব্যতীত কোন কোন স্থানে এমন স্তর পাওয়া গিয়াছে, যাহা পূর্ব্বে পূর্ব্বে প্রসিদ্ধ জীববেত্তারাও জীব পদার্থ হইতে উৎপন্ন একবার মনেও করেন নাই। এক্ষণে সেই সকল স্তর সম্পূর্ণরূপে জৈবনিক বলিয়া পরিগণিত হইতেছে। বার্লিনের অধ্যাপক এলেন-বার্গ আবিষ্কার করিয়াছেন যে **টিপলি** (tipoli) নামক এক প্রকার সিলিকনিত শিলা বিনা-অনুবীক্ষণে-অদৃশ্য, অতি ক্ষুদ্র ডায়াটমাদি (Diatomaceæ) শ্রেণীভুক্ত

অনুবীক্ষণ দ্বারা দেখিতে অতি সুন্দর, তাহাদের ক্ষুদ্রাণুক্ষুদ্র কায়া সিলিকনিত পুট বা আবরণ দ্বারা আবৃত। সেই পুট সকল সুন্দর কারুকার্য্য বহুল। উদ্ভিদ্‌-জীবনান্তে কায়া-পুট একত্রিত হইয়া স্তর প্রস্তুত হয়। অধ্যাপক এলেনবার্গ গণনা করিয়াছেন, এক ঘন ইঞ্চিতে ৪১০০০ উদ্ভিদ্ পাওয়া যায়। আয়তন অনুমান করিবার জন্য এই গণনা দেওয়া গেল। শ্বেত-খড়ী যে অণুবীক্ষণ-দৃশ্য অতি ক্ষুদ্র ফোরামিনিফারা (Foraminifera) প্রাণীর দেহাবশেষ মাত্র, তাহাও অধুনা জানা গিয়াছে।

(৪) লোনা, কি মিঠা, কি লোন্‌টা জলে জাতঃ—সামুদ্রিক ও অসামুদ্রিক স্তরের কোন ভিন্নতা না থাকিতে পারে, কিন্তু তদন্তর্গত ফসিল সম্পূর্ণ রূপে বিসদৃশ; কারণ, নদী, হ্রদ, মোহানা ও ভূচর জীব সাগরবাসী জীব হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্। সিম্‌লার দক্ষিণ শতদ্রু (Sutlej) নদীর দুই পার্শ্বে শিবালিক পাহাড় সিলিকনিত অর্থাৎ বেলেপাথরের স্তরে নির্ম্মিত এবং তাহাতে লুপ্ত জীবের ফসিল পাওয়া গিয়াছে; তদন্তর্গত লুপ্ত গণ্ডার, হস্তী ও তদপেক্ষা বৃহৎ বৃহৎ চতুষ্পদ

জন্তুর ফসিল বিশেষ মনোযোগের সামগ্রী ; লুপ্ত জীবের ফসিল গুলি যে অসামুদ্রিক, তাহার প্রমাণ এই যে তাহাদের সমকক্ষ জীব অধুনা নদী, হ্রদ ও ভূপৃষ্ঠে পাওয়া যায়। তিব্বত, নেপাল ও কাশ্মীরের উপত্যকায় কতকগুলি অসামুদ্রিক ফসিলপূর্ণ প্রায় সমতল স্তর পাওয়া যায় ; এবং ভূবেত্তাদের এই মত, যে তথায় পূর্ব্বে হ্রদ ছিল, হ্রদ ক্রমে ক্রমে বুজিয়া হ্রাদিক স্তর উৎপন্ন হইয়াছে। কর্ণেল গুড্উইন্ অষ্টিন কাশ্মীরের দক্ষিণপূর্ব্বে এক স্থানের স্তর পর্য্যবেক্ষণ করিয়া গণনা করিয়াছেন যে, তত্রস্থ সমগ্র স্তরের গভীরতা প্রায় ১৪০০ ফিট্। এই সমগ্র স্তর আধুনিক ভূজাত ও নদীজাত ঝিনুক ও উদ্ভিদ্ ও মৎস্যআঁইস দ্বারা পরিপূর্ণ। কোন কোন নদীর মোহানাস্থিত চড়া পর্য্যবেক্ষণ করিলে ঝিনুক ইত্যাদি কি প্রকারে ভূমী হইতে ধৌত হইয়া ক্রমে চড়ায় আসিয়া চাপা পড়ে ও স্তরান্তর্গত হয় তাহা উত্তম রূপে বুঝা যায়। এই সকল বুঝিবার জন্য অনুমানের আবশ্যক নাই, নদী মোহানায় যাহা দেখা যায় তাহাই যথেষ্ট। নদী, পাহাড় পর্ব্বত উপত্যকা

দেশ বিদেশ ধৌত করিয়া জীব জন্তু সাগরগর্ভে নিক্ষেপ করিতেছে এবং তথায় সেই সমস্ত জীব স্তরান্তর্ভূত হইতেছে।

অসামুদ্রিক স্তর যদিও স্থানে স্থানে অত্যন্ত প্রশস্ত ও গভীর (যথা শিবালিক স্তর) তথাচ ইহার আপেক্ষিক বিস্তার অল্প,—ভূপৃষ্ঠের অধিকাংশই সামুদ্রিক স্তর পূর্ণ। সমুদ্র সম্বন্ধে নদী ও হ্রদের আয়তন যেরূপ অল্প, সামুদ্রিক স্তর সম্বন্ধে অসামুদ্রিক স্তরের বিস্তারও সেই প্রকার অল্প।

সমুদ্র অসংখ্য জীবের আবাস; এজন্য সাগরিক স্তর প্রায় বহু-ফসিলধারী এবং ফসিল দুর্লভতা অসাগরিক স্তরের এক চিহ্ন। অসাগরিক ও সাগরিক উভয়বিধ স্তরে যদিও ফসিল সংখ্যা সমতুল হয়, তথাপি জাতিভেদ (genus) ধরিয়া গণনা করিলে সাগরিক স্তর অসাগরিক স্তর অপেক্ষা জাতি বহুল।

প্রায় সমস্ত দুইপুটযুক্ত (দুই ভাগে বিভক্ত খোলাযুক্ত) ঝিনুক সামুদ্রিক, এবং তাহাদের ফসিল সাগরিক স্তরেই পাওয়া যায়। তাহাদের মধ্যে

অল্প সংখ্যক জাতি অসামুদ্রিক ;—১৪০ জাতির মধ্যে আন্দাজ ১৬ জাতি অসামুদ্রিক। অসামুদ্রিক মধ্যে চারি জাতি প্রধান, যথা স্ফীরিয়ম্ (Sphærium), সাইরিনা (Cyrina), ইউনিও (Unio), এবং এনোডোণ্টা (Anodonta)। এক এক জাতি ভিন্ন ভিন্ন বর্ণে (Species) বিভক্ত। এনোডোণ্টার কেবল এক বর্ণ বুন্দেল খণ্ডের পুষ্করিণী ও জলাশয়ে পাওয়া গিয়াছে, ভারতের অন্য কোথাও এ জাতীয় ঝিনুক আজ পর্য্যন্ত লক্ষিত হয় নাই। অসামুদ্রিক দ্বিপুট যুক্ত ঝিনুকের মধ্যে ইউনিও এবং সাইরিনার বিস্তারই ভারতবর্ষে অধিক, ইহাদিগকে ভারতীয় জাতি বলা যাইতে পারে।

এক-পুট-যুক্ত অসামুদ্রিক ঝিনুক মধ্যে চারি জাতির প্রাধান্য দেখা যায়, যথা প্লানর্বিস (Planorbis), লিমৃনিয়া (Limnea), পালুডোমস্ (Paludomus) এবং মিলেনিয়া (Milania)। ভারতবর্ষীয় প্লানবিস্ ১৪ বর্ণে, লিমৃনিয়া ১৩ বর্ণে, পালুডোমস্ ১৫ বর্ণে, এবং মিলেনিয়া ৩২ বর্ণে (Species) বিভক্ত। এতদ্ব্যতীত আমপুলেরিয়া (Ampularia) নামক অসামুদ্রিক জাতি ২০ বর্ণে বিভক্ত। অসা-

মুদ্রিক ঝিনুক আর্ণব ঝিনুক অপেক্ষা সচরাচর ক্ষুদ্র, মসৃণ এবং সুগোল; তাহাদের মুখ কখন খণ্ডিত বা দন্তিত দেখা যায় না। এই লক্ষণাক্রান্ত ঝিনুক দ্বারা সামুদ্রিক ও অসামুদ্রিক স্তর ভিন্ন করা যায়। স্তরস্থ এক পুট-যুক্ত ঝিনুকের মুখ অখণ্ডিত দেখিলে সেই স্তর অসামুদ্রিক বুঝিতে হইবে। যে সকল এক-পুট-যুক্ত ঝিনুক আর্ণব, তাহাদের মুখ প্রায় খণ্ডিত ও তাহারা প্রায় কীট-ভোজী। অখণ্ড-মুখ সামুদ্রিক ঝিনুক মাত্রেই উদ্ভিদ্-ভোজী; ভূজাত ঝিনুকও এই প্রকার।

অসামুদ্রিক ফসিল উদ্ভিদ্—কারা (Chara) নামক এক জাতীয় ক্ষুদ্র জলজাত উদ্ভিদ্ অধুনা হ্রদ ও বৃহৎ পুকুরে পাওয়া যায়। ইহাদের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ফলগুলি দেখিতে অতি সুন্দর; ইহারা প্রায় রক্তবর্ণ এবং ইহাদের গাত্রে ইস্ক্রুপেরন্যায় পাক দেওয়া পাক দেওয়া দাগ দেখা যায়। কোন কোন অসামুদ্রিক স্তরে **কারা** ফলের ফসিল পাওয়া যায়, কারণ ইহাদের আবরণ কঠিন এবং সেই জন্য ইহারা সহজে ধ্বংস হয় না। পূর্ব্বে ইহার প্রকৃতি জানা ছিল না—ক্ষুদ্র ঝিনুক বলিয়া

ভ্রম ছিল। এতদ্ব্যতীত অসামুদ্রিক স্তরে ভূজাত নানা প্রকার উদ্ভিদের ফসিল পাওয়া যায়।

পঞ্চম পরিচ্ছেদ।

স্তর কি প্রকারে দৃঢ় ও ফসিল কি প্রকারে পাষাণীভূত হয়।

কোন পাত্রে ঘোলা জল রাখিলে তাহা থিতিয়া সেই পাত্রের তলায় পলি পড়ে, কারণ পলির উপাদান সকল গলিত বা দ্রবাবস্থায় থাকে না, জলের গতি রোধ হইলেই তাহারা তলায় জমে। অধিকাংশ স্তর এই প্রকারে নির্ম্মিত হয় (প্রথম পরিচ্ছেদ দেখ)। কিন্তু ইহা ব্যতীত আর এক উপায়ে স্তর উদ্ভূত হয়। জলে যে সকল পদার্থ দ্রবাবস্থায় থাকে, তাহারা সময়ে সময়ে স্থল বিশেষে রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা জল হইতে পৃথক্ হইয়া অদ্রবাবস্থায় পরিণত হয় ও স্তর প্রস্তুত করে। কার্ব্বনায়িত কালসিয়ম্ (চূর্ণিত প্রস্তর) লবণের ন্যায় জলে গলে না, কিন্তু দ্বি-অক্সিজানিতাঙ্গার বাষ্প সাহায্যে অনায়াসে গলিয়া যায়। সমুদ্র জলে উক্ত বাষ্পের অভাব নাই, অতএব চূর্ণিত প্রস্তর সমুদ্র জলে গলিত অবস্থায় থাকে। যে কোন

কারণে সেই বাষ্প জল হইতে বহিষ্কৃত হইলে কার্বনায়িত কালসিয়ম্ পুনরায় অদ্রবাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

এই প্রকারে কার্বনায়িত কালসিয়ম্ বহুল ভূগর্ভস্থ জল নির্ঝরাকারে ভূপৃষ্ঠে বহির্গত হইয়া দ্বি-অম্লিজানিতাঙ্গার (আঙ্গারিকাম্ল) বাষ্প নিষ্ক্রমণ করে এবং কার্বনায়িত কালসিয়ম্ কাযে কাযেই অদ্রবাবস্থায় পরিণত হয়। **ট্রাবার্টিণ** (Travertin) নামক শিলার এইরূপে উৎপত্তি হইয়া থাকে। যেখানে অনেক উষ্ণপ্রস্রবণ সেখানে এই শিলা প্রচুর পরিমাণে দেখা যায়। হ্রদ গর্ভে কখন কখন এই প্রকার শিলার উৎপত্তি হয়। সমুদ্র গর্ভেও যে এ প্রকার হয় না তাহা নহে, তবে সমুদ্র জলে দ্বি-অম্লিজানিতাঙ্গার বাষ্প এত অধিক পরিমাণে বর্ত্তমান যে, উপরি উক্ত শিলা প্রায় অদ্রবাবস্থায় পরিণত হয় না। কিন্তু প্রবাল কীট সমুদ্র জল হইতে কার্বনায়িত কালসিয়ম্ পৃথক্ করিয়া নিজ শরীর নির্ম্মাণ করে এবং মরণান্তর তাহাদের দেহাবশেষ একত্রিত হইয়া **জৈবনিক** (organic) **প্রবালদ্বীপ** (coral island) উৎপন্ন হয়। যে

সকল স্তর বালি, নুড়ী, কাঁকর ইত্যাদির ন্যায় বিযুক্ত পদার্থ দ্বারা নির্ম্মিত, তাহারা সমুদ্রস্থ কার্বনায়িত কালসিয়ম্ ও অপরাপর রাসায়নিক পদার্থ সহযোগে যুক্ত বা দৃঢ়ীভূত প্রস্তরাকার ধারণ করে। কার্বনায়িত কালসিয়ম্ এই সকল শিলা সম্বন্ধে আটার কার্য্য করে। সচরাচর দেখা যায় অনেক পদার্থ উষ্ণ জলে দ্রবাবস্থায় থাকে, কিন্তু জলের উষ্ণতা হ্রাস হইলে তাহারা অদ্রব অবস্থায় পরিণত হয়। এই প্রকারে বালি, নুড়ী, কাঁকর ইত্যাদি বিযুক্ত স্তর উষ্ণজল সাহায্যে সিলিকনিত অথবা চূর্ণিত আটা দ্বারা যুক্ত ও দৃঢ়ীভূত হয়। কন্‌গ্লোমারিত (Conglomerate) শিলার উৎপত্তি এইরূপ প্রকার; প্রথমে তাহারা বিযুক্ত অবস্থায় স্তরান্তর্গত হয় পরে দৃঢ়ীভূত হয়। আবার কোন কোন শিলা সাগর গর্ভ হইতে উত্থিত হইয়া বায়ু সাহায্যে দৃঢ় হয়। এই প্রকার দৃঢ় হওনের এক উদাহরণ সচরাচর পাওয়া যায়। প্রথম পরিচ্ছদে উল্লেখ করা গিয়াছে, যে দক্ষিণাত্যের অধিংকাংশ প্রদেশের ভূ-পৃষ্ঠে মাক্‌ড়া পাথর (লেটিরাইট) নামক এক প্রকার পাটখিলে বর্ণের পাথর পাওয়া

যায়। ইহা বায়ুর সাহায্যে কঠিন ও দৃঢ় হয়। যতদিন পর্য্যন্ত বায়ু-বিহীন ভূ-গর্ভে নিহিত থাকে, ততদিন ইহা অপেক্ষাকৃত নরম থাকে ও ইহাকে অনায়াসে কাটা যায়। বায়ু ও বৃষ্টি পাইয়া ইহা ক্রমে কঠিন হয়। রাসায়নিকেরা এই প্রকার অনুমান করেন যে, শিলাস্থ লৌহ বালি ও চূর্ণিত পদার্থ বৃষ্টির জলে গলিয়া শিলার সন্ধিতে সন্ধিতে প্রবেশ করে, তৎপরে জল শুষ্ক হইলে অবশিষ্ট লৌহাদি পদার্থ শিলান্তর্গত পদার্থ সকলকে দৃঢ়-বদ্ধ করে। আমেরিকাস্থ সুপিরিয়র হ্রদের গর্ভে এক প্রকার নরম মার্ল শিলার স্তর জম্মাইতেছে, তাহা শুষ্ক হইলে অত্যন্ত কঠিন হয়। কোন কোন স্তরে ইতস্ততঃ এক প্রকার গুট্‌লে গুট্‌লে বা ডেলার ন্যায় অবয়ব দৃষ্ট হয়। চুনের ডেলা (ঘুটিং) এই প্রকার পঙ্কিল শিলার স্তরে সচরাচর পাওয়া যায়। অনেকে অনুমান করেন যে, সমকক্ষ পদার্থের পরস্পর রাসায়নিক আকর্ষণে ইহাদের উৎপত্তি।

সকল প্রকার স্তরই চাপ পাইয়া ক্রমে দৃঢ় হয়। সকল স্তরই প্রথমে উপরে থাকে, কিন্তু

সকলেই পর্য্যায়ক্রমে পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখে আনীত হয় এবং সেই অনুসারে উপরিস্থ স্তর হইতে চাপ পাইয়া দৃঢ় হয়।

ফসিল নানাবিধ ;—যিনি ভূতত্ত্ব পাঠে নূতন ব্রতী, তিনি বিবেচনা করিতে পারেন যখন ফসিলধারী স্তর মাত্রেই অব্জ অর্থাৎ জল হইতে উৎপন্ন, তখন জীব জন্তু না পচিয়া কি প্রকারে ফসিল অবস্থায় রক্ষিত হয় ; জলে আরও শীঘ্র পচা উচিত, তাহা না হইয়া বিপরীত হয় কেন ? কিঞ্চিৎ মনোনিবেশ করিলেই তিনি বুঝিতে পারিবেন যে, পচিবার (putrefaction) জন্য বায়ু ও উত্তাপের আবশ্যক ; সমুদ্র গর্ভে বায়ুর সদ্ভাব নাই, অতএব তদন্তর্গত জীবজন্তু সহজে পচে না। বিশেষ এক স্তরের উপর আর এক স্তর নিক্ষিপ্ত হইলে, প্রথমোক্ত স্তরস্থ জীবের পচিবার সম্ভাবনা আরও অল্প হয়।

ফসিল নানাপ্রকার ; নবজাত স্তরে যে সকল ফসিল-ঝিনুক পাওয়া যায়, তাহাদের প্রায় কিছু পরিবর্ত্তন দেখা যায় না। কিন্তু অন্য অন্য স্তরে হয় ঝিনুক একবারে ধ্বংস হইয়া তাহাদের **ছাঁচ,**

অথবা তাহাদের বহির্ভাগের বা অন্তর্ভাগের **ছাপ** থাকে, না হয় সমস্ত ঝিনুকটি **পাষাণীভুত** হয়।

ছাপ;—কোন স্তরে মনে কর ঝিনুক চাপা পড়িল। দ্বি-অক্সিজানিতঅঙ্গার বাষ্পযুক্ত জল সহযোগে কার্বনায়িতকালসিয়ম্ নির্ম্মিত ঝিনুক ক্রমে বিগলিত হইয়া যায়। স্তরে তাহার ছাপ মাত্র থাকে। এই প্রকারে ছাপ ফসিলের উৎপত্তি হয়। পুরাকালিক স্তরিত প্রস্তরে এই প্রকার নানা জাতীয় উদ্ভিদ ও জন্তুর ছাপ এক্ষণে পাওয়া যায়; সে সকল জাতি এক্ষণে লুপ্ত হইয়াছে।

ছাঁচ ও পাষাণ হওয়া;—ঝিনুকের অভ্যন্তরে মৃত্তিকাদি প্রবেশ করিয়া তাহার আভ্যন্তরীণ প্রতিকৃতি উৎপন্ন করে। ঝিনুকটি গলিয়া গেলে, তাহার অভ্যন্তরস্থ প্রতিকৃতি থাকিয়া যায়। এই প্রকারে আভ্যন্তরীণ প্রতিকৃতি বা **ছাঁচের** উৎপত্তি হয়। মনে কর এক স্তরের কোন স্থানে এক ঝিনুক চাপা পড়িল ও তাহার অভ্যন্তরে বালি ও মৃত্তিকা প্রবেশ করিয়া আভ্যন্তরীণ

ছাঁচ প্রস্তুত করিল। যদি তৎপরে ঝিনুকটি ক্রমে বিগলিত হইয়া যায়, তাহা হইলে আভ্যন্তরীণ ছাঁচ ও বাহ্যিক ছাপের মধ্যস্থল শূন্য বা খালি হয়। নুড়ী, বালি, কর্দ্দমাদি এই রিক্ত স্থানে আসিয়া জমে ও জমাট বাঁধিয়া অবিকল ঝিনুকের আকার ধারণ করে। ইহার আভ্যন্তরীণ ও বাহ্যিক আকার অবিকল আদি ঝিনুকের ন্যায় হয়। এই প্রকার বৃহৎ বৃহৎ বৃক্ষের গুঁড়ী (কাণ্ড) স্তরাভ্যন্তরে পাষাণী-ভূত ফসিল অবস্থায় দেখা যায়। ক্রমে যেমন কাণ্ডাংশ বিগলিত ও ধৌত হইয়া অপসৃত হয়, বালি কর্দ্দমাদি আসিয়া তাহার স্থান অধিকার করে। এই রূপে ক্রমশ সমস্ত কাণ্ড প্রস্তর হইয়া যায়। প্রস্তরীভূত কাণ্ডে উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ গঠন পর্য্যন্ত অণুবীক্ষণ সাহায্যে সুস্পষ্টরূপে দেখা যায়।

ষষ্ঠ পরিচ্ছেদ।

সমুদ্র পৃষ্ঠ হইতে স্তরের উচ্চতা—সমতল ও ঢালু স্তর।

প্রথম পরিচ্ছেদে উল্লেখ করা গিয়াছে, ভূপৃষ্ঠের অধিকাংশ, সামুদ্রিক-ফসিল-বিশিষ্ট স্তর দ্বারা আবৃত। কেবল ভূপৃষ্ঠের সমতল অংশ নহে, উচ্চ গিরি শৃঙ্গেও সামুদ্রিক-ফসিলযুক্ত স্তর পাওয়া যায়। পূর্ব্বতম ভূবেত্তাদের এই মত ছিল যে, যত উচ্চ পর্য্যন্ত সামুদ্রিক ফসিল পাওয়া যায়, ততদূর পর্য্যন্ত সমুদ্র ছিল; ক্রমে সমুদ্র সরিয়া গিয়া পৃথিবী আধুনিক আকার ধারণ করিয়াছে; গিরি, উপত্যকা, উচ্চভূমি ও নিম্নভূমি-সঙ্কুল ভূপৃষ্ঠ (Land Surface) পূর্ব্বে সাগর গর্ভে ছিল,—তাহাদের স্থান পরিবর্ত্তন হয় নাই, তাহারা যেখানকার সেই খানেই আছে, কেবল সমুদ্রের জল সরিয়া যাওয়া হেতু তাহারা শুষ্ক ভূমি, গিরি ও উপত্যকায় পরিণত হইয়াছে। কিন্তু সেই জলরাশি কোথায় গেল, তাহার কোন প্রচুর প্রমাণ তাঁহারা দিতে পারেন না; এবং যদিও এই অনুমান দ্বারা সমতল

স্তরের উৎপত্তি বুঝা যায়, কিন্তু ইহা ঢালু স্তরের উৎপত্তির কারণ দর্শাইতে পারে না।

কিন্তু যদি সমুদ্র-গভীরতার হ্রাস বৃদ্ধি কল্পনা না করিয়া আমরা অনুমান করি যে, ভূপৃষ্ঠ পরিবর্ত্তনশীল; ইহা কখন সমুদ্রগর্ভে নিহিত হয়, কখন বা সাগর গর্ভ হইতে উত্থিত হয়—তাহা হইলে উপরি উক্ত আপত্তি গুলির খণ্ডন হয়। ইহা দ্বারা সমতল, ঢালু, বক্র, ভাঙ্গাচুরা, সকল প্রকার স্তরেরই উৎপত্তি বুঝা যায়। বিশেষ ভূপৃষ্ঠ যে, স্থানে স্থানে অধোগামী ও স্থানে স্থানে ঊর্দ্ধগামী হইতেছে, তাহার প্রচুর প্রমাণ পাওয়া যায়।

স্থানান্তরে উল্লেখ করা গিয়াছে যে, বঙ্গদেশ ক্রমে অধোগামী হইতেছে, কিন্তু মান্দ্রাজ তটের অনেক স্থানে ঊর্দ্ধগমনের প্রমাণ পাওয়া যায়। উড়িষ্যা তটস্থিত রাশি রাশি সমানান্তর বালুকা শ্রেণী ঊর্দ্ধগমনের পরিচয় দেয়; এই প্রকার অনুমান করা যায় যে, পূর্ব্বে তথায় জোয়ারের জল আসিত এবং এখন অপেক্ষা পূর্ব্বে নদীতে অনেক দূর পর্য্যন্ত জোয়ার হইত। পুরীর নিকটস্থ কনারকের মন্দির এক্ষণে সমুদ্র তট হইতে প্রায় দুই

মাইল দূরবর্ত্তী, কিন্তু এইরূপ প্রবাদ যে ইহা ঠিক সাগর-তটে নির্ম্মিত হইয়াছিল। বম্বে নগর আধুনিক সামুদ্রিক ঝিনুক যুক্ত স্তরের উপর নির্ম্মিত। সিন্ধু দেশের এক পাহাড়ে জোয়ারের সীমা অতিক্রম করিয়া ১০ফিট ঊর্দ্ধে সামুদ্রিক ঝিনুক পাওয়া গিয়াছে। অনেকে বিবেচনা করেন, পশ্চিম ঘাট সমুদ্র গর্ভ হইতে উত্থিত। ডারউইন প্রমাণ করিয়াছেন যে, প্রায় সমস্ত দক্ষিণ আমেরিকা শনৈঃ শনৈঃ ঊর্দ্ধগামী হইতেছে; তিনি আরও অনুমান করেন যে, ভারত মহাসাগর ও প্রশান্ত মহাসাগরের যে যে ভাগে চক্রাকৃতি প্রবাল দ্বীপ-পুঞ্জ দেখা যায়, সেই সেই ভাগ ক্রমে অধোগামী হইতেছে। ভূ-পৃষ্ঠের উদ্গমন অল্পায়াসে স্থির করা যায়, কিন্তু অবগমন নির্দ্ধারণ করা অনেক সময় দুঃসাধ্য, কারণ অবগমন দ্বারা ভূ-পৃষ্ঠ সাগর গর্ভগত হইয়া মনুষ্যের অদৃশ্য হয়। সুইডেনের উত্তর তটে প্রস্তর চিহ্ন দ্বারা নির্দ্ধারিত হইয়াছে যে ২৫ বৎসরের মধ্যে ইহা প্রায় ৫ ইঞ্চি উঠিয়াছে।

শনৈঃ শনৈঃ উদ্গমন (Elevation) ও অবগমন (Depression) পৃথিবীর সকল স্থানেই প্রায় হই-

তেছে। তবে কোন স্থানে পর্য্যবেক্ষণ দ্বারা ইহা স্থিরীকৃত হইয়াছে, কোথাও বা হয় নাই। ইহা ব্যতীত হঠাৎ উৎগমন বা অবগমনের উদাহরণ নিতান্ত বিরল নহে। ডারউইন লিখিয়াছেন যে, ১৮৫৬ সালের ভূমিকম্পে দক্ষিণ আমেরিকার অন্তর্গত চিলি প্রদেশ এক ঠেলায় ৮ ফিট উঠিয়াছিল। ১৮৬৫ সালের ভূমিকম্পে কচ্ছের এক দেশ হঠাৎ নামিয়া যায় এবং তন্নিকটবর্ত্তী এক দেশ হঠাৎ উর্দ্ধে প্রায় ৮ ফিট উঠে; এই উত্তোলিত প্রদেশের নাম আল্লাবাঁধ (ঈশ্বর কর্ত্তৃক প্রদত্ত বাঁধ)। আগ্নেয়-গিরি-প্রধান-দেশে এই প্রকার গতি প্রায় দেখা যায়। হঠাৎ উদ্গমন বা অবগমনের উদাহরণ বিরল, কিন্তু ইহা দ্বারা ভূ-পৃষ্ঠের সমতলতার বিচ্যুতি সহজে বুঝা যায়।

উন্নীত, ঢাল্ ও কুঞ্চিত স্তর :—
প্রথম পরিচ্ছেদে দেখাইয়াছি যে, অব্জ স্তরের মৌলিক অবস্থা সমতল। যখন উৎগমন দ্বারা তাহারা সাগর গর্ভ হইতে উত্থিত হয়, তখন তাহাদের সমতলতা প্রায়ই নষ্ট হয়। ইহা দ্বারা কোন স্তর ঠিক খাড়া বা উন্নীত, কোন স্তর ঢালু এবং

কোন স্তর কুঞ্চিতাকার ধারণ করে। উষ্ট্র পৃষ্ঠ যেমন এক স্থানে ন্যুব্জ ও এক স্থানে কুব্জ, সেই প্রকার কুঞ্চিত স্তর স্থানে স্থানে ন্যুব্জ ও কুব্জ। ন্যুব্জ দেশের দুই পার্শ্বস্থিত স্তর ক্রমে ঢালু হইয়া মধ্য স্থল অর্থাৎ যে স্থল সর্ব্বাপেক্ষা নিম্ন সেই স্থলে আসিয়া একত্র হয়, এজন্য এই প্রকার (‿) কুঞ্চিত স্তরের নাম **অব-কুঞ্চিত** স্তর (Synclinal strata); সেই প্রকার কুব্জ দেশের স্তর **উৎ-কুঞ্চিত** (Anti-clinal ⌒)। যেমন উপর্য্যুপরি কতকগুলি কাগজ রাখিয়া পার্শ্বে চাপ দিলে কাগজ গুলি কোথাও উৎ-, কোথাও অব-কুঞ্চিত হয়, শিলা স্তরও সেই প্রকার কুঞ্চিত দেখা যায়। কেহ কেহ আপত্তি করিতে পারেন যে, শিলাস্তর ত কাগজের মত কোমল নয়, তবে কি করিয়া তাহারা কুঞ্চিত হয়? তাঁহাদের জানা উচিত কোমল ও দৃঢ় আপেক্ষিক শব্দ মাত্র। তোমার আমার বোধে যাহা দৃঢ়, অন্যের পক্ষে তাহা দৃঢ় না হইয়া নরম হইতে পারে। সেই প্রকার শিলা স্তর যদিও দৃঢ় তথাচ ভূবাসের উৎগমন বা অবগমন জাত পার্শ্বিক চাপের আতিশয্যে

তাহারা কাগজের ন্যায় অনায়াসে কুঞ্চিত হইতে পারে।

ঢাল (Dip), **বিস্তার** (strike), ও **বহিঃক্ষেপ** (out crop) ;—চিত্রে ৫ টি ঢালু

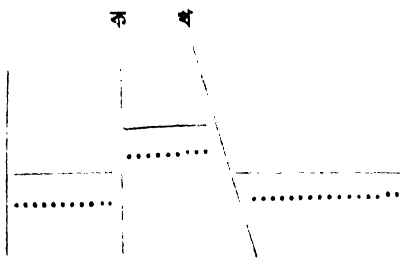
উ_____দ

স্তর প্রদর্শিত হইয়াছে। ইহাদের **ঢাল** দক্ষিণ দিকে। কোণ দ্বারা ঢালের ন্যূনাধিক পরিমাণ করা যায়, যথা চিত্রিত স্তরের ঢাল ৪৫০ ডিগ্রী। স্তর যেদিকে বিস্তৃত তাহাকে ইহার **বিস্তার** কহে। মনে কর, কোন পূর্ব্ব পশ্চিমে লম্বা নদীর, বন্যা নিবারণ জন্য দুই পার্শ্বে দুইটি ^ আকার বাঁধ প্রস্তুত হইয়াছে; বাঁধের ঢাল উত্তরে ও দক্ষিণে, কিন্তু ইহার বিস্তার পূর্ব্ব-পশ্চিমে। অনুমান করি, সমুদ্রের তরঙ্গের ন্যায় উচ্চ ও নিম্ন দেশ বিশিষ্ট উত্তর দক্ষিণে লম্বা কুঞ্চিত স্তরযুক্ত তিন চারিটি পর্ব্বত শ্রেণী অবস্থিতি করিতেছে। স্তর সকলের

ঢাল পূর্ব্ব ও পশ্চিমে; ইহাদের বিস্তার উত্তর ও দক্ষিণে। উচ্চ ভূমির স্তর উৎকুঞ্চিত (⌒) ও নিম্ন ভূমির স্তর অবকুঞ্চিত (‿)। যদি উৎকুঞ্চিত উচ্চ ভূমির উপরিস্থ কতকগুলি স্তর কোন প্রকারে অপসারিত হয়, তাহা হইলে সেই স্তরগুলির কিনারা বা পার্শ্ব দেখা যায়। এই প্রকারে প্রদর্শিত স্তরপার্শ্বের নাম **বহিঃক্ষেপ**। উৎকুঞ্চিত ভূমিতেই যে কেবল বহিঃক্ষেপ দেখা যায় তাহা নহে; উন্নীত, ঢালু বা সর্ব্বপ্রকার কুঞ্চিত স্তরেই বহিঃক্ষেপ থাকিতে পারে। কেবল সমতল স্তরের ঢাল, বিস্তার, বা বহিঃক্ষেপ কিছুই থাকিতে পারে না।

স্তরের **ফাট** (fracture) এবং **বিচলন** (fault); —কোন কোন স্তর ফাটিয়া থাকিতে দেখা যায়, কিন্তু ফাটের দুই পার্শ্বস্থ স্তরের স্থান বিচ্যুতি দৃষ্ট হয় না, তাহারা যে খানকার সেই খানেই থাকে; সময়ে সময়ে সেই ফাট এমন কি পাঁচ ছয় হস্ত কি ততোধিক প্রশস্ত দেখা যায়। আমরা ঠিক ফাট দেখিতে পাই না, কারণ তাহারা বালি, মাটি, ও অন্যান্য পদার্থ দ্বারা ক্রমে পরিপূরিত হয়। কখন

কখন ফাটের দুই দিকের প্রাচীর সুন্দররূপে মার্জ্জিত ও সমান্তরাল রেখা দ্বারা খোদিত দেখা যায়, যেন ফাটিবার সময় দুই দিকের প্রাচীর পরস্পর ঘর্ষিত হইয়াছিল। ফাটের উভয় পার্শ্বস্থ স্তর ফাটের পূর্ব্বে যেখানে ছিল, ফাটের পরেও সেই খানেই থাকিতে পারে, অথবা ফাটের এক পার্শ্বের স্তর ঊর্দ্ধ বা নিম্নগামী হইতে পারে। শেষোক্ত প্রকারে ফাটের সহিত স্তরের স্থান পরিবর্ত্তন হইলে তাহাকে "**বিচলন**" (fault) কহে।



ক সরল বিচলন, খ বক্র বিচলন। ক ও খ মধ্যস্থ স্তর এই বিচলন প্রভাবে ঊর্দ্ধগামী হইয়াছে। যদিও বিচলন হইয়াছে, তথাচ তাহাদের সমান্তরালতা বিনষ্ট হয় নাই, কিন্তু বিচলন হইলে প্রায় সমান্তরালতা ধ্বংস হয়। এক দিকের স্তর ঢাল ও অপর দিকের স্তর সরল হইয়া থাকিতে

পারে, এক দিকের স্তর অধিক উত্থিত ও অপর দিকের স্তর অল্প উত্থিত হইতে পারে। বিচলন জাত ফাট, বালি কাদা নুড়ী ও অন্যান্য পদার্থ দ্বারা পরিপূরিত হয়।

যে কারণ প্রভাবে স্তর কুঞ্চিতাবস্থা প্রাপ্ত হয় সেই কারণ প্রভাবেই স্তরের **ফাট** ও **বিচলন** উৎপন্ন হয়। এই জন্য কুঞ্চিতস্তরের সহিত ফাট ও বিচলন সচরাচর লক্ষিত হয়।

বিমিলিত স্তর (Unconformable strata) :— যদি উপরোপর দুই স্তরের মিল না থাকে তাহা হইলে তাহাদিগকে **বিমিলিত** স্তর কহে। কোন পাহাড় অথবা স্তরচয় যদি লম্বভাবে ছেদ করিয়া দেখ যে, নিম্ন স্তর সকল অত্যন্ত উন্নত ঢালু ও কুঞ্চিত কিন্তু তাহার উপরিস্থ স্তরগুলি প্রায় সমতল, তাহা হইলে নিম্ন স্তরশ্রেণী উপরিস্থ স্তরশ্রেণীর সহিত সম্পূর্ণরূপে **বিমিলিত**। আবার উভয়ের মিল থাকিলে তাহাদিগকে **মিলিত** কহে।

সপ্তম পরিচ্ছেদ।

নগ্নীকরণ।

প্রবাহিত জল দ্বারা ভূবাসের উপরিতলস্তর স্থানান্তর করত নিম্নস্তর প্রকাশনের নাম "**নগ্নী-করণ**"। প্রধানত নদী-প্রবাহ, সাগর-প্রবাহ, ও উর্ম্মিপ্রভাব দ্বারা "**নগ্নীকরণ**" কার্য্য সম্পন্ন হয়। স্তরিত শিলার উৎপত্তি পূর্ব্ব পরিচ্ছেদে বর্ণনা করা হইয়াছে। কিন্তু স্তরের উপাদানীভূত বালি ইত্যাদি খনিজ সকল কোথা হইতে আইসে? ভূবাসের উপরিতলস্তর নগ্নীকৃত হইয়া স্তরিত-শিলার উপাদানীভূত খনিজ সকলের উৎপত্তি হয়। অতএব নগ্নীকরণ স্তরীকরণের অগ্রগামী। এক স্থানে ভূবাস নগ্ন হইতেছে এবং অন্য স্থানে সেই নগ্নীকরণ জাত পদার্থ, জল প্রবাহে প্রবাহিত হইয়া স্তরোৎপাদন করিতেছে। উচ্চ ভূমি নগ্ন হইয়া নদীর মোহানার নিকট (নিম্ন ভূমিতে) "ব" দ্বীপ উৎপন্ন, অথবা গভীর হ্রদ অগভীর হইতেছে। আজি এক নূতন পুষ্করিণী খাদ কর, কালি দেখিবে

তাহা ক্রমে বুজিয়া যাইতেছে; এ বৎসর দেখ, নদীর এক স্থান অত্যন্ত গভীর (দহ), পর বৎসর দেখিবে, সে স্থানে এক প্রকাণ্ড চড়া পড়িয়াছে। কেবল নদী, হ্রদ, পুষ্করিণীতেই এইরূপ তাহা নহে, সমুদ্রগর্ভেও এইরূপ,—কোন স্থান ক্রমে গভীর হইতেছে ও কোন স্থানে ক্রমে চড়া পড়িতেছে। কিন্তু স্তরীকরণ ও নগ্নীকরণ উভয়ই সমকক্ষ। স্তরীকরণ নগ্নীকরণের অনুযায়ী। দ্বিতীয়ের হ্রাস বৃদ্ধি অনুসারে প্রথমটির হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। এক স্থানে মৃত্তিকাস্তূপ করিতে হইলে অপর এক স্থান খনন করা আবশ্যক, সেই প্রকার যখন এক স্থানে স্তর প্রস্তুত হয় তখন অপর কোন স্থান তদনুযায়ী নগ্নীকৃত হয়।

নগ্নীকরণ দ্বিবিধ;—**ক্ষিতিভব** (terrestrial) ও **অবার্ণব** (submarine)। ভূপৃষ্ঠে বায়ু, বৃষ্টি, নদী, প্রস্রবণ ও বরফাদি দ্বারা যে নগ্নীকরণ হয় তাহা **ক্ষিতিভব**। সমুদ্রগর্ভে প্রবাহ, জোয়ার ভাঁটা, ও তরঙ্গ দ্বারা যে নগ্নীকরণ হয় তাহা **অবার্ণব**।

ক্ষিতিভব নগ্নীকরণ। **বায়ু ও বৃষ্টি-**

প্রভাব ;—বায়ু দ্বারা সাহারা, গোবি ও অন্যান্য মরুভূমির বালুকা ও ধূলি ক্রমাগত একস্থান হইতে অন্য স্থানে আনীত হয়। আগ্নেয়শিলার যে অংশ পাংশু বিশিষ্ট তাহা অনায়াসে বায়ু দ্বারা নগ্নীকৃত হয়। স্তরীভূত অধিকাংশ কঠিন শিলা সহজাবস্থায় জলে বিগলিত হয় না, কিন্তু বায়ু ও বৃষ্টি সাহায্যে তাহারা ক্রমে চূর্ণিকৃত ও দ্রবাবস্থায় পরিণত হয়। লাবা ইত্যাদি আগ্নেয় শিলা বায়ু সাহায্যে ক্রমে চূর্ণিকৃত হইয়া উর্ব্বরা ভূমি উৎপাদন করে। চূর্ণিকৃত ও দ্রবাবস্থা প্রাপ্ত হইয়া তাহারা নগ্নী-করণ কার্য্যের অধীন হয়। বায়ু সাহায্য ব্যতীত নদীর নগ্নীকরণ কার্য্য অতি সামান্যই হইত। বায়ুস্থ দ্বি-অক্সিজানিতাঙ্গার বাষ্প জলে বিগলিত হইয়া কি প্রকারে চূর্ণিত শিলার নগ্নীকরণ সম্পা-দন করে তাহা পূর্ব্বে বর্ণিত হইয়াছে।

নদী ও প্রস্রবণ প্রভাব ;—প্রত্যেক নদী তাহার অববাহিকা (basin) ধৌত করিয়া প্রতি বৎসর সমুদ্রগর্ভে কত শত স্তর সংস্থান করিতেছে ; ভূ-পৃষ্ঠ হইতে যাহা অপসারিত হইতেছে, সাগর গর্ভে তাহার সংস্থান হইতেছে। যদি কেবল

নগ্নীকরণ ও সংস্থান ক্রমাগত চলিত, তাহা হইলে এত দিন কোন্ কালে পৃথিবী সমতল হইয়া সম-গভীর সাগর দ্বারা পরিবেষ্টিত হইত। কিন্তু নদী যেমন সমভূমীকরণ কার্য্যে ব্যস্ত, তেমনই কোন আভ্যন্তরীণ শক্তি বিশেষ নদীর কার্য্য সদা প্রতি-রোধ করিতেছে।

নদীর নগ্নীকরণ কার্য্য সম্বন্ধে ইহা বলিলেই যথেষ্ট যে নদীর পয়ঃপ্রণালী কেহ খনন করিয়া দেয় না। ইহা নিজেই নিজের পয়ঃপ্রণালী খনন করে। সামান্য খাল হইতে আরম্ভ হইয়া বৃহৎ নদী উৎপন্ন হয়। উত্তর-পশ্চিম অঞ্চলে গঙ্গা-নদীর বাম পার্শ্বে দুই প্রকার পয়বস্তি (river deposit) ভূমি দেখা যায়—পুরাতন পয়বস্তি ও নূতন পয়বস্তি। পুরাতন পয়বস্তি ভূমি নূতন পয়বস্তি-ভূমি অপেক্ষা উর্দ্ধে স্থিত। নূতন পয়বস্তি খনন করিয়া নদী, নূতন পয়ঃপ্রণালী নির্ম্মাণ করি-য়াছে, কিন্তু পূর্ব্বে ইহার পয়ঃপ্রণালী আরও উর্দ্ধে অর্থাৎ পুরাতন পয়বস্তি দিয়া ছিল। ইহা হইতে স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে যে, নদী ক্রমে গভীর হই-তেছে। প্রায় সকল পুরাতন ও নূতন নদীর

পার্শ্বেই পয়বস্তিভূমি দেখা যায়। নদীর মুখে "ব" দ্বীপের উৎপত্তি পূর্ব্বে বর্ণনা করা হইয়াছে, এজন্য পুনরুল্লেখ বাহুল্য জ্ঞানে তাহা পরিত্যক্ত হইল। প্রস্রবণ দ্বারা কি প্রকারে ভূবাসের নগ্নী-করণ কার্য্য সম্পাদিত হয় তাহা ৫ম পরিচ্ছেদে বর্ণিত হইয়াছে।

বরফ-প্রভাব ;—শীত প্রধান দেশে পর্ব্বতের গহ্বর ও সামান্য সামান্য ফাটের ভিতর জল প্রবেশ করিয়া জমিয়া যায় ; এবং যেহেতু জল অপেক্ষা বরফের আয়তন অধিক, জল জমাতে ফাট সকল বৃদ্ধি হয় ও পর্ব্বত ক্রমে খণ্ড খণ্ড হইয়া পতিত হয়। খণ্ড অবস্থায় তাহারা অনায়াসে নদী প্রবাহে প্রবাহিত হইয়া এক স্থান হইতে অন্য স্থানে আনীত হয়।

বাতাহত সাগর তরঙ্গ সকল তীরস্থ পাহাড় পর্ব্বতাদির অধঃস্খলন করিয়া তাহাদিগকে সাগরে পাতিত করে।

অবার্ণব নগ্নীকরণ ;—সমুদ্রগর্ভে যে নগ্নী-করণ হইতেছে তাহার আর সন্দেহ নাই। তবে ইহা মনুষ্যের অদৃশ্য, এজন্য ইহার পরিমাণ সহজে

নিরূপণ করা দুরূহ। ঝড়ের সময় সমুদ্রের উপরি ভাগ কেবল তরঙ্গায়িত হয়, সেই তরঙ্গ গভীরজলে ক্রমে কমিয়া যায়; অবশেষে ৫০। ৬০ হাত নিম্নে ইহা টের পাওয়া যায় না। কিন্তু Gulf stream অর্থাৎ আটলাণ্টিক সাগরের উপস্রোত প্রভৃতি যে সকল সাগরিক প্রবাহ আছে তাহারা অত্যন্ত গভীর, তাহাদের দ্বারা কোন স্থানে নগ্নীকরণ ও কোন স্থানে সংস্থান হইতেছে। জোয়ার ভাটায় যে প্রবাহ উত্থিত হয় তাহা তলস্পর্শী অর্থাৎ তাহা সমুদ্রের উপরিতল হইতে নিম্নতল পর্যান্ত ব্যাপী। ইহাদের দ্বারাও নগ্নীকরণ সম্পাদিত হইতেছে। কিন্তু সাগর গর্ভে যে স্থানে নগ্নীকরণ বা সংস্থান না হইতেছে সেই সেই স্থানের গভীরতা তাই বলিয়া সমস্থায়ী নহে। ৬ষ্ঠ পরিচ্ছেদে উল্লেখ করা হইয়াছে, সাগর গর্ভের কোন কোন স্থানের অবগমন ও কোন কোন স্থানের উৎগমন হইতেছে। যে সকল স্থানের উৎগমন হইতেছে সেই সকল স্থান উৎগমন দ্বারা ক্রমে সাগর প্রবাহ, জোয়ারভাটা, ও তরঙ্গের আয়ত্তাধীন হইয়া সাগর গর্ভ হইতে শিখরদেশ উন্নত করিতে পারিতেছে

না। সাগর গর্ভের অনেক স্থান যাহা বহু পূর্ব্বে গর্ভ হইতে মস্তক উত্তোলন করিয়া দ্বীপ-মালা সৃজন করিত, অবার্ণব নগ্নীকরণ-পরাক্রমে তাহা আজি পর্য্যন্ত মস্তক উত্তোলন করিতে সমর্থ হইতেছে না।

কাহারও অবিদিত নাই যে সচরাচর বড় নদীর মোহানায় "ব" দ্বীপ, এবং নদী ও সাগর ভরাট হইয়া পয়বস্তি ভূমি উৎপন্ন হইতেছে। এই সকল ভরাট ভূমির বালি, কর্দ্দম ও মৃত্তিকাদি লইয়া যদি ভূপৃষ্ঠে বিস্তার করিয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে অনেক উপত্যকা, কন্দর (যাহা জল প্রভাবে খোদিত হইয়াছে) পরিপূরিত হইতে পারে। স্তরিত শিলা সম্বন্ধে ইহা জানা বিশেষ আবশ্যক যে, দূরবর্ত্তী কি নিকটবর্ত্তী কোন স্থানের নগ্নীকরণ হইতেছে এবং নগ্নীকরণ জাত পদার্থচয় জল প্রবাহে আনীত হইয়া অন্য স্থানে স্তর সংস্থান করিতেছে। ভূ-পৃষ্ঠের এক স্থান যেমন নগ্নীকরণ দ্বারা পাতলা হইতেছে, অপর স্থান তেমনি স্তরীকরণ দ্বারা পুরু হইতেছে।

অষ্টম পরিচ্ছেদ

আগ্নেয় তেজ।

প্রথম পরিচ্ছেদে আমরা উল্লেখ করিয়াছি যে অধিকাংশ স্তরিতশিলা সাগরগর্ভে উপর্যুপরি-ক্রমে সংস্থাপিত হয়। এই প্রকারে সহস্র সহস্র হস্ত পরিমিত স্তর ক্রমে সংস্থাপিত হইতেছে। কিন্তু সাগরগর্ভে থাকা অবস্থায় তাহারা আমাদের পর্য্যবেক্ষণ সীমার বহির্ভূত থাকে। আভ্যন্তরীণ আগ্নেয় তেজপ্রভাবে তাহারা ক্রমে সাগরগর্ভ হইতে উন্নীত এবং ভূপৃষ্ঠের অংশ বিশেষে যোজিত হয়। আমরা উদ্গমনের উদাহরণ প্রদর্শন করিয়াছি এবং সেই স্থলে অবগমনেরও উল্লেখ করিয়াছি। কিন্তু যদি আগ্নেয়তেজ কেবল উদ্গমন ও অবগমনে প্রকাশিত হইত, তাহা হইলে ভূ-স্তর পর্য্যবেক্ষণ আমাদের পক্ষে অসম্ভব হইত। কেন না তাহা হইলে সাগরগর্ভস্থ স্তর সকল সমতল অবস্থায় সংস্থাপিত হইয়া উদ্গমন দ্বারা সমতল অবস্থাতেই উন্নীত হইত। তাহা

হইলে আমরা ভূপৃষ্ঠে থাকিয়া অভ্যন্তরের বৃত্তান্ত কিরূপ প্রকারে অবগত হইতে পারিতাম? কিন্তু আমাদের সে আশঙ্কার বা আক্ষেপের কারণ নাই।

পার্শ্বিক এড়োচাপের বলে, স্তর সকলের সমতলতা পরিবর্ত্তিত হইয়া কোন স্তর **ঢাল**, কোন স্তর **খাড়া**, কোন স্তর **কুঞ্চিত**, এবং কোন স্তর একবারে **উল্টা** হইয়া যায়। মনে কর সাগরগর্ভের একস্থলে ১০,০০০ দশ সহস্র ফিট স্তরিত শিলা উপর্য্যুপরি সংস্থান হইয়াছে, এবং সাগর হইতে মস্তকোত্তলন করিবার সময় পাশের এড়োচাপে তাহারা খাড়াভাবে দাঁড়াইয়া উঠিয়া ভূমিতে পরিণত হইল। সেই ১০,০০০ ফিট মধ্যে শত শত স্তর থাকিতে পারে। আমরা ভূপৃষ্ঠে থাকিয়া অনায়াসে ১০,০০০ ফিট নিম্নে স্থিত শিলার পয়িচয় পাইলাম। এই পার্শ্বিক চাপ দ্বারা আমরা পূর্ব্বোল্লিখিত সমকুঞ্চিত ও বিকুঞ্চিত স্তর প্রাপ্ত হই এবং তাহাদের নগ্নীকরণ দ্বারা আমরা ভূবাসের পৃষ্ঠে থাকিয়া বহুদূরবর্ত্তী আভ্যন্তরীণ শিলার ইতিহাস অবগত হই।

আগ্নেয় তেজ ও জলপ্রবাহ তেজ ;—প্রবাহিত জল আগ্নেয় তেজের প্রতিপক্ষ। জলপ্রবাহের চেষ্টা ভূমির বন্ধুরতা নষ্ট করিয়া তাহাকে সাগরের সমতল করা ; আগ্নেয়তেজের বিপরীত চেষ্টা, ভূমিকে বন্ধুর করা। পরস্পর বিরোধী এই দ্বিবিধ বলপ্রভাবে ভূপৃষ্ঠের বন্ধুরতা এবং সমতলতা নষ্ট হইয়াও হইতেছে না। বন্ধুর স্থল সমতল হইতেছে, আবার সমতল স্থল বন্ধুর হইতেছে। এইরূপ চিরদিনই চলিয়াছে।

নবম পরিচ্ছেদ।

বয়ঃক্রম অনুসারে শিলার শ্রেণীবিধান।

প্রথম পরিচ্ছেদে আমরা উল্লেখ করিয়াছি যে শিলা সকল চারি শ্রেণীতে বিভক্ত ;—অব্জ, আগ্নেয়, গ্রানিট ও মিটামর্‌ফিত। উৎপত্তি অনুসারে তাহাদের বিভাগ করা হইয়াছে। ইহা ব্যতীত তাহারা কি কি খনিজ পদার্থ দ্বারা নির্ম্মিত এবং তাহাদের সময় নির্দ্ধারণ এই দুই বিষয়ও জানা আবশ্যক। খনিজ সম্বন্ধে বলা হইয়াছে যে অব্জ প্রস্তর খড়ি, পঙ্ক, ফ্লিণ্ট, বালি ইত্যাদি খনিজ দ্বারা নির্ম্মিত। এক্ষণে কোন্ স্তর কোন্ সময়ে উৎপন্ন হইয়াছে অর্থাৎ তাহাদের কাল নির্দ্ধারণ এই পরিচ্ছেদে বর্ণিত হইবে।

কালনির্ণয় ;—অব্জশিলার কাল নির্ণয়-সম্বন্ধে তিনটি প্রধান উপায় দেখা যায় ; (১) পর্য্যায়-বিন্যাস, (২) খনিজ প্রকৃতি, ও (৩) ফসিল।

পর্য্যায়বিন্যাস ;—(superposition) অব্জ-শিলার কাল নির্ণয়ের প্রথম ও প্রধান উপায় স্তরের

পর্য্যায়-বিন্যাস পরিদর্শন করা, অর্থাৎ কোন্ স্তর কোন্ স্তরের উপর সংস্থিত, তাহা দেখা। পূর্ব্বে উল্লেখ করা হইয়াছে যে, স্তর সকল একের উপর এক, ও সমতলভাবে সংস্থাপিত হয়, সুতরাং উপরের স্তর সর্ব্বাপেক্ষা নূতন তাহার আর সন্দেহ নাই। যদিও সকল স্তরই প্রথমে সমতল ভাবে সংস্থিত হয়, কিন্তু প্রায়ই আভ্যন্তরীণ আগ্নেয়তেজে তাহারা ক্রমে অবস্থান্তরিত হইয়া কুঞ্চিত, খাড়া, বা উল্‌টাপাল্‌টা হইয়া যায়। বিপর্য্যস্ত প্রদেশস্থ স্তরের পর্য্যায় বিন্যাস নিরাকরণ করিবার জন্য তাহার নিকটবর্ত্তী কোন স্থান—যেখানকার স্তর অবস্থান্তরিত হয় নাই, অথবা অল্পমাত্র অবস্থান্তরিত হইয়াছে—সেই স্থানের পর্য্যায় বিন্যাস দেখা আবশ্যক। সেই স্থানের পর্য্যায়-বিন্যাস অবলোকনে প্রথমোক্ত বিপর্য্যস্ত প্রদেশের বিন্যাস নির্ণয়ের নিদর্শন পাওয়া যায়।

খনিজ প্রকৃতি (mineral character);—যদি কোন সমতল স্তরের এক প্রান্ত হইতে আরম্ভ করিয়া সেই স্তর অনুসরণ করত তাহার অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত যাওয়া যায়, এবং যদিও তাহার

বিস্তৃতি শত শত মাইল হয়, তথাপি দেখা যায় যে তাহার খনিজ প্রকৃতি সর্ব্বত্র সমান। কিন্তু যদি বিস্তৃতির দিকে না যাইয়া ঊর্দ্ধ দিকে উঠা যায়, তাহা হইলে ২০। ৩০ হস্ত বা তদপেক্ষা কম দূর মধ্যে নানাপ্রকার খনিজধারী শিলাস্তর দৃষ্টিগোচর হয়; হয়ত কতকটা দূর খড়ী পাথর, তার পর কতকটা বেলে পাথর, কোথাও ক্ষুদ্র নুড়ী, কোথাও সূক্ষ্ম পলি ইত্যাদি। ইহা দ্বারা আমরা এই অনুভব করি যে, এক সময়ে নদী ও সাগর প্রবাহ, এক স্থান ধৌত করিয়া এক প্রকার খনিজ পদার্থ-যুক্ত শত শত মাইল বিস্তৃত স্তর সংস্থান করিয়াছে। অপর সময়ে নদী ও সাগর প্রবাহ, ভিন্ন প্রকার খনিজ পদার্থ আনিয়া ভিন্ন প্রকার খনিজ-ধারী স্তর, প্রথমোক্ত স্তরের উপর সংস্থাপিত করিয়াছে। এই প্রকারে ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভিন্ন ভিন্ন স্তর, উপরোপর ক্রমে উৎপন্ন হইয়াছে। আমরা এই মাত্র উল্লেখ করিয়াছি যে, এক এক স্তর শত শত মাইল বিস্তৃত, কিন্তু সকল স্তরই যে সুবিস্তৃত তাহা নহে, কোন স্তরের বিস্তার অতি সামান্য হইতে পারে। কোন কোন সুবিস্তৃত স্তর অনু-

সরণ করিয়া দেখা যায় যে, ক্রমে তাহা পাতলা হইয়া আইসে; ইহা হইতে এই অনুমান করা যায় যে, যে প্রবাহ সেই স্তর সংস্থান করিয়াছে, সেই প্রবাহ সেই স্তরের পাতলা দিকে অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণে স্তরোৎপাদিক পদার্থ বহন করিয়া আনিয়াছিল। কোন কোন স্তর ক্রমে পাতলা না হইয়া হঠাৎ শেষ হইতে দেখা যায়; ইহা হইতে বোধ হয় যে, কোন বাধা পড়িয়া সংস্থান প্রতিরোধ করিয়াছিল। পূর্ব্বে উল্লেখ করা হইয়াছে যে, কোন স্তর শত শত মাইল বিস্তৃত হইলেও তাহা সকল স্থানেই এক প্রকার খনিজ পদার্থ-যুক্ত দৃষ্ট হয়; কিন্তু কখন কখন এই নিয়মের ব্যত্যয় দেখা যায়—এক স্তরের একশত মাইল খড়ী পাথর, অপর এক শত মাইল বেলে পাথর; কিন্তু তাহারা যে এক স্তরভূত তাহার এই প্রমাণ যে, খড়ী পাথর ও বেলে পাথর, এই উভয় অংশের মধ্যস্থিত অংশ, বেলে ও খড়ী পাথর মিশ্রিত, অর্থাৎ খনিজ প্রকৃতির পরিবর্ত্তন হঠাৎ হয় নাই, ক্রমে হইয়াছে।

ফসিল;—ভিন্ন প্রদেশস্থিত সমকালিক

স্তরের সমকালিকতা নির্ণয়ার্থ ফসিল এক মাত্র উপায় বলিলেও ক্ষতি হয় না। শত শত মাইল বিস্তৃত কোন এক স্তরের সকল স্থানেই প্রায় এক প্রকার ফসিল লক্ষিত হয়, কিন্তু ঊর্দ্ধদিকে এক স্তর ছাড়িয়া অপর স্তরে প্রবেশ করিলে ভিন্ন প্রকার ফসিল দেখা যায়। ইহা হইতে এই স্থির করা যায় যে, পুরাকালে এক স্থানেই (কি সাগরগর্ভে, কি ভূ-পৃষ্ঠে) ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভিন্ন ভিন্ন প্রকার জীব জন্তু বাস করিত, সুতরাং এক স্থানেই ভিন্ন স্তরে ভিন্ন ফসিল পাওয়া যায়; এবং আরও বোধ হয় যে, পুরাকাল হইতে পৃথিবীতে নূতন নূতন জীবের আবির্ভাব ও প্রাচীন জীবের লোপ হইয়াছে এবং যে জীব এক বার লোপ হইয়াছে তাহার আর পুনরাবির্ভাব হয় নাই; সকল জীবই যে সমকাল স্থায়ী ছিল তাহা বোধ হয় না, কোন জীব অধিক কাল, কোন জীব অল্প কাল বাঁচিয়াছিল।

পূর্ব্বে উল্লেখ করা হইয়াছে ভিন্ন ভিন্ন স্তরচয় ভিন্ন ভিন্ন খনিজ বিশিষ্ট; কিন্তু এমন হইবার কোন বাধা নাই যে, এক স্তর বেলে পাথরযুক্ত,

তাহার উপর এক, দুই, বা ততোধিক স্তর, খড়ী পাথর বা এঁটেল মাটিযুক্ত, এবং তাহার উপর আবার বেলে পাথরের এক স্তর। এই প্রকারে উপরের ও নিম্নের দুই স্তর এক প্রকার পাথর বিশিষ্ট হইতে পারে, অতএব কেবল খনিজ দ্বারা তাহাদিগকে প্রভেদ করা যায় না, কিন্তু ফসিল সম্বন্ধে এরূপ নহে; উপরিস্থিত ও নিম্ন স্থিত বেলে পাথরের ফসিল পরস্পর সম্পূর্ণ রূপে ভিন্ন হইবে।

আমরা একস্থানে বলিয়াছি যে, এক স্তরের সকল স্থানেই এক প্রকার ফসিল লক্ষিত হয়। তাই বলিয়া যে এক সুবিস্তীর্ণ স্তরের এক দেশ এক প্রকার ফসিল বিশিষ্ট, অন্য দেশ ভিন্ন প্রকার ফসিল বিশিষ্ট হইতে পারে না—তাহা অসঙ্গত। কারণ আমরা আধুনিক জীব জন্তুর বিস্তার আলোচনা করিয়া দেখিতে পাইতেছি যে, ভূ-পৃষ্ঠ ও সাগর-গর্ভের সকল অংশে সকল প্রকার জীব নাই। জীবশ্রেণীর প্রভেদ অনুসারে সাগরগর্ভ ও ভূপৃষ্ঠ ভিন্ন ভিন্ন প্রদেশে বিভক্ত করা যায়। এক প্রদেশের জীবকুল অপর প্রদেশের জীবকুল হইতে

ভিন্ন। পুরাকালে জীবকুলের যে বিস্তার অন্য নিয়মানুবর্ত্তী ছিল, তাহা বিবেচনা করিবার কোন কারণ দেখা যায় না; বরং তাহারা যে আধুনিক নিয়মাধীন ছিল তাহাই প্রতিপন্ন হইতেছে। বঙ্গোপসাগরে অধুনা কি প্রকার ফসিলধারী স্তর হইতেছে তাহা একবার ভাবিয়া দেখ। প্রথমত মনে কর গঙ্গা ও ব্রহ্মপুত্র উভয় নদীর আনুকূল্যে ইহার উত্তরে এক প্রকার স্তর উৎপন্ন হইতেছে, দ্বিতীয়ত ব্রাহ্মণী ও মহানদীর আনুকূল্যে ইহার পূর্ব্বদিকে ভিন্ন প্রকার স্তরের সংস্থান হইতেছে, এবং তৃতীয়ত আরও দক্ষিণে গোদাবরী ও কাবেরী নদী ভিন্ন প্রকারের স্তর উৎপাদন করিতেছে। অতএব এক সময়ে এক উপসাগরে স্তরচয় ভিন্ন ভিন্ন অংশে ভিন্ন প্রকৃতি বিশিষ্ট হইতেছে। তাহাদের খনিজ ভিন্ন, তাহাদের ফসিল ভিন্ন। গঙ্গা ও ব্রহ্মপুত্র হিমালয় প্রদেশ ধৌত করিয়া স্তর সংস্থান করিতেছে, অতএব সেই স্তর হিমালয় প্রদেশ নগ্নীকরণজাত খনিজ ও জীব বিশিষ্ট হইবে তাহার আর সন্দেহ নাই। ব্রাহ্মণী, মহাদনী, কাবেরী প্রভৃতি সম্বন্ধেও সেইরূপ। মনে কর ভাবীকালে

অবগমন ও উদ্গমন নিয়মের অধীন হইয়া বঙ্গোপসাগর উদ্গমন সাহায্যে বারি বিহীন শুষ্ক ভূমির আকার ধারণ করিল, তখন ভিন্ন অংশে ভিন্ন খনিজ ও ভিন্ন ফসিল দেখিয়া কোন ভূবেত্তা এক স্তরকেই ভিন্ন কালীয় বলিয়া ভ্রম করিতে পারেন। কিন্তু বিজ্ঞভূবেত্তার সে ভ্রমের কোন কারণ নাই, যেহেতু খনিজ ও ক্ষিতিভব (Terrestrial) ফসিলের বিভিন্নতা সত্বেও তাহাদের সামুদ্রিক ফসিল এক, এবং সামুদ্রিক ফসিলের একতাদ্বারা তাহাদের সমকালিকতা সূচিত হয়।

উপরি উক্ত তিন প্রকার উপায় ব্যতীত কখন কখন আর এক উপায় দ্বারা দুই দল স্তরের একোত্তর উৎপত্তি নির্ণয় করা যাইতে পারে। এক দল স্তরের মধ্যে আর এক দল স্তরের ভগ্ন অংশ খণ্ড সকল দেখিলে, নিশ্চয় বুঝা যায় প্রথমোক্ত স্তরদল শেষোক্ত স্তরদল অপেক্ষা আধুনিক। ফসিলবিহীন মিটামরফিক ও গ্রানিট্ শিলার কাল নির্দ্ধারণ জন্য ইহার বিশেষ উপকারিতা বুঝা যায়।

উপরি উক্ত উপায় অবলম্বন করিয়া য়ুরোপীয়

ভূ-বেত্তারা স্তরিতশিলার নিম্নলিখিত শ্রেণী বিধান করেন। প্রথম, সমস্ত স্তরিতশিলা চারি **যুগে** বিভক্ত—**পুরাযুগীয়, মধ্যযুগীয়, প্রান্ত-যুগীয় ও নবযুগীয় ;** দ্বিতীয়, প্রত্যেক যুগ দুই তিন বা ততোধিক **অন্তর্যুগ** বিশিষ্ট। যে সকল শিলা অত্যন্ত পুরাতন বলিয়া স্থিরীকৃত হইয়াছে, সেই সকল শিলা পুরাযুগীয় ; তৎপরবর্ত্তী শিলা সমূহ মধ্যযুগীয় ; প্রান্তযুগীয় শিলা সকল আরও নূতন ; এবং আধুনিক শিলা সকল নবযুগ ভুক্ত। প্রত্যেক যুগান্তর্গত স্তরচয় এই নিয়মানুসারে ভিন্ন ভিন্ন অন্তর্যুগে বিভক্ত। যুগ ও অন্তর্যুগের বিষয় দশম পরিচ্ছেদে বাহুল্য রূপে বর্ণিত হইবে।

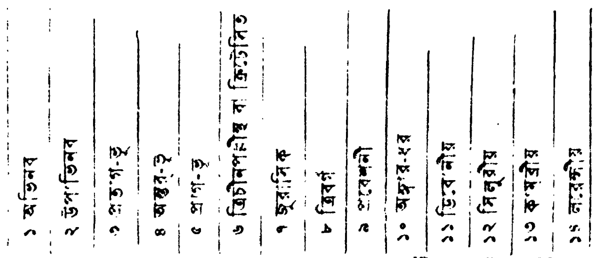
ফসিলধারী স্তরিতশিলার সংক্ষিপ্ত তালিকা।

১ অভিনব ২ উপাভিনব	চতুর্থ বা নবযুগ
৩ প্রত্যাগ-ভূ ৪ অন্তর্-ভূ ৫ প্রাগ-ভূ	তৃতীয় বা প্রান্তযুগ

৬ ত্রিচীনপল্লীস্থ বা ক্রিটেসিত		
৭ জুরাসিক	}	দ্বিতীয় বা মধ্যযুগ
৮ ত্রিবর্গ		
৯ প্রবেশনী		
১০ অঙ্গার-ধর		
১১ ডিবোনীয়	}	প্রথম বা পুরাযুগ
১২ সিলুরীয়		
১৩ কাম্ব্রীয়		
১৪ লরেন্সীয়		

দশম পরিচ্ছেদ।

শ্রেণীবিধানের নিয়ম।



পৃথিবীর কোন স্থানেই উপরোপর সকল স্তর-গুলি দেখা যায় না। প্রথম কারণ, জলমগ্ন না হইলে কোন স্থানে স্তর সংস্থান হয় না, কিন্তু পৃথিবীর কোন স্থানই ধারাবাহিক এক অবস্থাপন্ন থাকে না ও কখন ছিল না। এক্ষণে যেখানে

সাগর দেখিতেছ, সেখানে পূর্ব্বে মহা প্রদেশ ছিল, এবং পরেও মহা প্রদেশ হইতে পারে; সেইরূপ অধুনা যাহা মহা প্রদেশ, পরে তাহা সাগরগর্ভে লীন হইবে, এবং পূর্ব্বেও কতবার তদবস্থাগত হইয়াছিল। এক স্থান কখন ধারাবাহিক জলমগ্ন ছিল না, সুতরাং একস্থানে চিত্র প্রদর্শিত সকল স্তর পাওয়া অসম্ভব। দ্বিতীয় কারণ;—সংস্থানের পর নগ্নীকরণ দ্বারা স্তর অপসারিত হইতে পারে। অনুমান কর কোন স্থানে এক স্তর সংস্থান হইল, কিন্তু দ্বিতীয় স্তর সংস্থানের পূর্ব্বে প্রথমোক্ত স্তর ধৌত হইয়া গেল, অতএব যদিও পরে পরে দুই স্তর তথায় সংস্থিত হইল, তথাপি সেই স্থানে শেষ এক স্তর ভিন্ন পূর্ব্ব স্তরটি পাওয়া যাইবে না।

পূর্ব্ব অধ্যায়ের তালিকায় স্তরিত শিলা চারি শ্রেণীতে বিভক্ত হইয়াছে। **পুরা, মধ্য, প্রান্ত** ও **নবযুগীয়।** এক্ষণে জিজ্ঞাস্য হইতে পারে পারে যে, কি মূলসূত্র অবলম্বন করিয়া স্তরিত শিলা ভিন্ন ভিন্ন যুগে বিভক্ত হইল? উত্তর—স্তরচয়ের প্রাকৃতিক বিমিলন, বিশেষ ফসিলের অলক্ষিত বা আকস্মিক পরিবর্ত্তন দৃষ্টে ইহা সম্পা-

দিত হইয়াছে। পুরাযুগ শিলায় যে সকল ভিন্ন ভিন্ন জাতি ফসিল পাওয়া যায় তাহারা এক্ষণে সম্পূর্ণ রূপে লুপ্ত হইয়াছে; অধুনা ভূ-পৃষ্ঠে ও সাগরগর্ভে সে সকল জীব জন্তু দেখা যায় না। কেবল ইহাই নহে, আধুনিক জীব হইতে তাহারা সম্পূর্ণরূপে ভিন্ন। পুরাযুগীয় শিলায় উচ্চ শ্রেণী-ভুক্ত উদ্ভিদ্ ও জন্তুফসিল অতি বিরল। কেবল মাত্র অতি নিম্ন শ্রেণীর জন্তু ও উদ্ভিদের ফসিলই তম্মধ্যে পাওয়া যায়।

মধ্যযুগেও পুরা যুগের ন্যায় কেবল লুপ্ত জীব জন্তুর ফসিল পাওয়া যায়, এবং যদিও তাহারা আধুনিক জীব জন্তু হইতে ভিন্ন, কিন্তু সম্পূর্ণরূপে ভিন্ন নহে। তম্মধ্যে আধুনিক জীবের ফসিল পাওয়া যায় না, তত্রাচ কোন কোন ফসিল আধুনিক জীবের প্রতিনিধি স্বরূপ। আরও এক কথা, মধ্যযুগে উচ্চ জাতীয় জীব ও উদ্ভিদ্ অধিক পরিমাণে দেখা যায়। পুরাযুগে সে সকল জীব জাতি দৃষ্ট হয় তাহার অধিকাংশ মধ্যযুগে দেখা যায় না। তত্তৎ স্থানে নূতন নূতন জাতির উদ্ভব (Evolution) লক্ষিত হয়।

প্রান্তযুগের ফসিল দৃষ্টে বোধ হয় যে জীব রাজ্য ক্রমে আধুনিক আকার ধারণ করিয়া আসিতেছিল। যদিও প্রান্ত যুগান্তর্গত ফসিল জীব অধিকাংশ লুপ্ত হইয়াছে, কিন্তু তাহাদের প্রতিনিধিরা আজও পৃথিবী পৃষ্ঠে বিচরণ করিতেছে। তদন্তর্গত কোন কোন জীব আজিও বর্ত্তমান রহিয়াছে, বিশেষ সেই সময়ের সামুদ্রিক ঝিনুক আজিও সাগরে ক্রীড়া করিতেছে। মধ্যযুগস্থ অনেকানেক জীব লোপ পাইয়া নূতন জীবের উদ্ভব, এই যুগেও দেখা যায়। যদিও প্রান্তযুগে আধুনিক জীব দেখা যায়, কিন্তু লুপ্ত জীবের সহিত তুলনা করিলে তাহাদের সংখ্যা অতি সামান্য। কিন্তু নবযুগে আধুনিক জীবের সংখ্যা লুপ্ত জীবের সংখ্যা অপেক্ষা অধিক।

পুরাযুগ, মধ্যযুগ, প্রান্তযুগ, ও নবযুগ যেমন পরস্পর ভিন্ন, সেই প্রকার এক যুগান্তর্গত ভিন্ন ভিন্ন অন্তর্যুগ (Formation) পরস্পর ভিন্ন। পুরাযুগ ছয়, মধ্যযুগ ও প্রান্তযুগ তিন, এবং নবযুগ দুই অন্তর্যুগ বিশিষ্ট। এক যুগান্তর্গত অন্তর্যুগ, পরস্পর ভিন্ন হইলেও তাহাদের মধ্যে একটি একতা

দৃষ্ট হয়, যে একতা জন্য তাহাদিগকে এক যুগের অন্তর্গত করা হইয়াছে। পুরাযুগের নীচের দিক হইতে ধরিলে, লরেন্সীয় অন্তর্যুগ প্রবেশনী অন্তর্যুগ হইতে সম্পূর্ণ পৃথক্; কিন্তু পর্য্যায়ক্রমে ১৪শ, ১৩শ, ১২শ, ১১শ, ১০ম, ও ৯ম অন্তর্যুগ অতিক্রম করিলে, সেই প্রকার হঠাৎ পরিবর্ত্তন আর দেখা যায় না; খনিজ ও ফসিলের ক্রম-পরিবর্ত্তন দৃষ্ট হয়, এবং যদিও খনিজ সম্বন্ধে এক স্তর তদুপরিস্থিত স্তরের সহিত বিমিলিত হইতে পারে, তত্রাচ তাহাদের ফসিলে ক্রম-পরিবর্ত্তন স্পষ্ট বুঝা যায়।

প্রবেশনী ও ত্রিবর্গ অন্তর্যুগও ফসিল সম্বন্ধে সম্পূর্ণ বিমিলিত ও বিভিন্ন। প্রবেশনী অন্তর্যুগস্থ স্তর সংস্থানের পর, ও ত্রিবর্গ যুগের স্তর সংস্থানের পূর্ব্বে, যে সময় অতিবাহিত হইয়াছিল, তাহার দীর্ঘতা অনুমান জন্য উল্লেখ করা আবশ্যক যে, ইহার মধ্যে পৃথিবী সম্পূর্ণরূপে পরিবর্ত্তিত হইয়া নূতন জীবের রাজ্যাধীন হইয়াছিল। এই স্থানে ইহাও জানিয়া রাখা উচিত যে জীব জগতের পরিবর্ত্তন অতি মৃদুমন্দ গতিতে

হইয়া থাকে। যতদিন হইতে মনুষ্যের ইতিহাস পাওয়া যায় তাহার মধ্যে জীব জগতের কোন পরিবর্ত্তন লক্ষিত হয় নাই। ইহা হইতেই বুঝিতে হইবে নূতন জীবধারী ত্রিবর্গ অস্তর্যুগ, প্রবেশনীর কত কাল পরে সংস্থাপিত হইয়াছে। এই জন্য ভূবেত্তারা প্রবেশনী পুরাযুগের শেষ, ও ত্রিবর্গ মধ্যযুগের প্রারম্ভ বলিয়া গণনা করেন। মধ্যযুগ ও প্রান্তযুগের মধ্যেও তত না হউক, সেই প্রকার বিচ্ছেদ লক্ষিত হয়। এমন হইতে পারে ক্রমে ভূয়োদর্শন দ্বারা কোন প্রদেশে একদল স্তর বা অস্তর্যুগ বাহির হইবে, যাহা কোন যুগ দ্বয়ের বিচ্ছেদ হ্রাস করিয়া দিবে। প্রান্তযুগের পর ইউরোপ, আসিয়া, ও আমেরিকার উত্তর প্রদেশ বরফাবৃত হইয়াছিল, এজন্য নবযুগ ও প্রান্তযুগের বিচ্ছেদ সুস্পষ্ট। কিন্তু যদিও অনুমান করা যায় ভারতবর্ষ বরফের প্রভাব বোধ করিয়াছিল, উত্তর প্রদেশের ন্যায় ইহা যে বরফের দ্বারা আবৃত হয় নাই তাহার আর সন্দেহ নাই, এজন্য এ প্রদেশে প্রান্তযুগ ও নবযুগের বিচ্ছেদ তত স্পষ্ট নহে।
